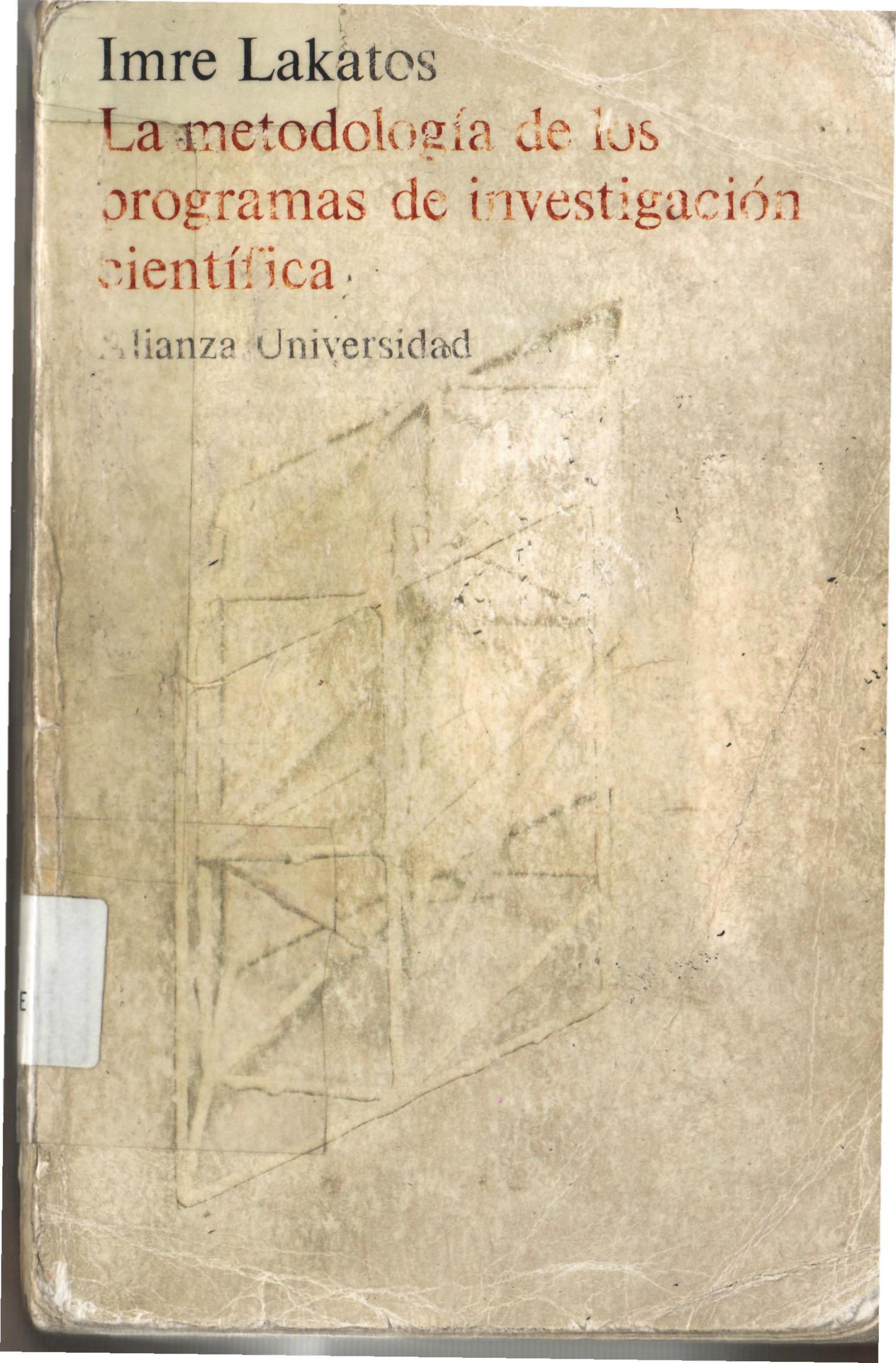

Imre Lakatos
La metodología de los programas de investigación científica
Alianza Universidad

La metodología de los programas
de investigación científica

Alianza Universidad

Otras obras de Imre Lakatos en Alianza Editorial:

AU 206 *Pruebas y refutaciones*
AU 294 *Matemáticas, ciencia y epistemología*

Imre Lakatos

La metodología de los programas de investigación científica

Editado por
John Worall y Gregory Currie

Versión española de
Juan Carlos Zapatero

Revisión de
Pilar Castrillo

Alianza
Editorial

Título original:
The Methodology of Scientific Research Programmes - Philosophical Papers Volume I
Esta obra ha sido publicada en inglés por Cambridge University Press

Calle Milán, 38, 28043 Madrid; teléf. 200 00 45
ISBN: 84-206-2349-0
Depósito legal: M. 28.194-1989
Compuesto en Fernàndez Ciudad, S. L.
Impreso en Lavel. Los Llanos, nave 6. Humanes (Madrid)
Printed in Spain

INDICE

INTRODUCCION: CIENCIA Y PSEUDOCIENCIA *

El respeto que siente el hombre por el conocimiento es una de sus características más peculiares. En latín conocimiento se dice *scientia* y ciencia llegó a ser el nombre de la clase de conocimiento más respetable. ¿Qué distingue al conocimiento de la superstición, la ideología o la pseudo-ciencia? La Iglesia Católica excomulgó a los copernicanos, el Partido Comunista persiguió a los mendelianos por entender que sus doctrinas eran pseudocientíficas. La demarcación entre ciencia y pseudociencia no es un mero problema de filosofía de salón; tiene una importancia social y política vital.

Muchos filósofos han intentado solucionar el problema de la demarcación en los términos siguientes: un enunciado constituye conocimiento si cree en él, con suficiente convicción, un número suficientemente elevado de personas. Pero la historia del pensamiento muestra que muchas personas han sido convencidos creyentes de nociones absurdas. Si el vigor de la creencia fuera un distintivo del conocimiento tendríamos que considerar como parte de ese conocimiento a muchas historias sobre demonios, ángeles, diablos, cielos e infiernos. Por otra parte, los científicos son muy escépticos incluso con respecto a sus mejores teorías. La de Newton es la teoría más poderosa que la ciencia ha producido nunca, pero el mismo Newton

* Este artículo se escribió a principios de 1973 y originalmente fue dado a conocer como una conferencia por la radio. Fue emitido por la *Open University* el 30 de junio de 1973 (Eds.).

nunca creyó que los cuerpos se atrajeran entre sí a distancia. Por tanto, ningún grado de convencimiento con relación a ciertas creencias las convierte en conocimiento. Realmente lo que caracteriza a la conducta científica es un cierto escepticismo incluso con relación a nuestras teorías más estimadas. La profesión de fe ciega en una teoría no es una virtud intelectual sino un crimen intelectual.

De este modo un enunciado puede ser pseudocientífico aunque sea eminentemente plausible y aunque todo el mundo lo crea, y puede ser científicamente valioso aunque sea increíble y nadie crea en él. Una teoría puede tener un valor científico incluso eminente, aunque nadie la comprenda y, aún menos, crea en ella.

El valor cognoscitivo de una teoría nada tiene que ver con su influencia psicológica sobre las mentes humanas. Creencias, convicciones, comprensiones... son estados de la mente humana. Pero el valor científico y objetivo de una teoría es independiente de la mente humana que la crea o la comprende. Su valor científico depende solamente del apoyo objetivo que prestan los hechos a esa conjetura. Como dijo Hume:

> Si tomamos en nuestras manos cualquier volumen de teología o de metafísica escolástica, por ejemplo, podemos preguntarnos: ¿contiene algún razonamiento experimental sobre temas fácticos y existenciales? No. Arrojémoslo entonces al fuego porque nada contendrá que no sean sofismas e ilusiones.

Pero ¿qué es el razonamiento «experimental»? Si repasamos la enorme literatura del siglo XVII sobre brujería descubriremos que está repleta de informes referentes a observaciones cuidadosas, y que abundan los testimonios bajo juramento, incluso experimentos. Glanvill, el filósofo favorito de la primera *Royal Society,* consideraba la brujería como el paradigma del razonamiento experimental. Tendríamos que definir el razonamiento experimental antes de comenzar la quema de libros humeana.

En el razonamiento científico las teorías son confrontadas por los hechos y una de las condiciones básicas del razonamiento científico es que las teorías deben ser apoyadas por los hechos. Ahora bien, ¿de qué forma precisa pueden los hechos apoyar a una teoría?

Varias respuestas diferentes han sido propuestas. El mismo Newton pensaba que él probaba sus leyes mediante los hechos. Estaba orgulloso de no proponer meras hipótesis: él sólo publicaba teorías probadas por los hechos. En particular pretendió que había deducido sus leyes a partir de los fenómenos suministrados por Kepler. Pero su desplante carecía de sentido puesto que, según Kepler, los planetas se mueven en elipses, mientras que, según la teoría de Newton,

los planetas se moverían en elipses sólo si los planetas no se influyeran entre sí en sus movimientos. Pero eso es lo que sucede. Por ello Newton tuvo que crear una teoría de las perturbaciones, de la que se sigue que ningún planeta se mueve en una elipse.

Hoy es posible demostrar con facilidad que no se puede derivar válidamente una ley de la naturaleza a partir de un número finito de hechos, pero la realidad es que aún podemos leer afirmaciones en el sentido de que las teorías científicas son probadas por los hechos. ¿A qué se debe esa obstinada oposición a la lógica elemental?

Hay una explicación muy plausible. Los científicos desean que sus teorías sean respetables y merecedoras del título «ciencia», esto es, conocimiento genuino. Ahora bien, el conocimiento más relevante en el siglo XVII, cuando nació la ciencia, incumbía a Dios, al Diablo, al Cielo y al Infierno. Si las conjeturas de una persona eran erróneas en temas relativos a la divinidad, la consecuencia del error era la condenación eterna. El conocimiento teológico no puede ser falible sino indudable. Ahora bien, la Ilustración entendió que éramos falibles e ignorantes en materias teológicas. No existe una teología científica y por ello no existe un conocimiento teológico. El conocimiento sólo puede versar sobre la Naturaleza, pero esta nueva clase de conocimiento había de ser juzgada mediante los criterios que, sin reforma, tomaron de la teología; tenía que ser probada hasta más allá de cualquier duda. La ciencia tenía que conseguir aquella certeza que no había conseguido la teología. A un científico digno de ese nombre no se le podían permitir las conjeturas; tenía que probar con los hechos cada frase que pronunciara. Tal era el criterio de la honestidad científica. Las teorías no probadas por los hechos eran consideradas como pseudociencia pecaminosa; una herejía en el seno de la comunidad científica.

El hundimiento de la teoría newtoniana en este siglo hizo que los científicos comprendieran que sus criterios de honestidad habían sido utópicos. Antes de Einstein la mayoría de los científicos pensaban que Newton había descifrado las leyes últimas de Dios probándolas a partir de los hechos. Ampère, a principios del siglo XIX, entendió que debía titular su libro relativo a sus especulaciones sobre electromagnetismo: *Teoría Matemática de los Fenómenos Electrodinámicos inequívocamente deducida de los experimentos.* Pero al final del volumen confiesa de pasada que algunos de los experimentos nunca llegaron a realizarse y que ni siquiera se habían construido los instrumentos necesarios.

Si todas las teorías científicas son igualmente incapaces de ser probadas ¿qué distingue al conocimiento científico de la ignorancia y a la ciencia de la pseudociencia?

Los «lógicos inductivos» suministraron en el siglo XX una respuesta a esta pregunta. La lógica inductiva trató de definir las probabilidades de diferentes teorías según la evidencia total disponible. Si la probabilidad matemática de una teoría es elevada ello la cualifica como científica; si es baja o incluso es cero, la teoría es no científica. Por tanto, el distintivo de la honestidad intelectual sería no afirmar nunca nada que no sea, por lo menos, muy probable. El probabilismo tiene un rasgo atractivo; en lugar de suministrar simplemente una distinción en términos de blanco y negro entre la ciencia y la pseudociencia, suministra una escala continua desde las teorías débiles de probabilidad baja, hasta las teorías poderosas de probabilidad elevada. Pero en 1934 Karl Popper, uno de los filósofos más influyentes de nuestro tiempo, defendió que la probabilidad matemática de todas las teorías científicas o pseudocientíficas, para cualquier magnitud de evidencia, es cero. Si Popper tiene razón las teorías científicas no sólo son igualmente incapaces de ser probadas, sino que son también igualmente improbables. Se requería un nuevo criterio de demarcación y Popper propuso uno magnífico. Una teoría puede ser científica incluso si no cuenta ni con la sombra de una evidencia favorable, y puede ser pseudocientífica aunque toda la evidencia disponible le sea favorable. Esto es, el carácter científico o no científico de una teoría puede ser determinado con independencia de los hechos. Una teoría es «científica» si podemos especificar por adelantado un experimento crucial (o una observación) que pueda falsarla, y es pseudocientífica si nos negamos a especificar tal «falsador potencial». Pero en tal caso no estamos distinguiendo entre teorías científicas y pseudocientíficas sino más bien entre método científico y método no científico. Para un popperiano el marxismo es científico si los marxistas están dispuestos a especificar los hechos que, de ser observados, les inducirían a abandonar el marxismo. Si se niegan a hacerlo el marxismo se convierte en una pseudociencia. Siempre resulta interesante preguntar a un marxista qué acontecimiento concebible le impulsaría a abandonar su marxismo. Si está vinculado al marxismo, encontrará inmoral la especificación de un estado de cosas que pueda refutarlo. Por tanto, una proposición puede fosilizarse hasta convertirse en un dogma pseudocientífico, o llegar a ser conocimiento genuino dependiendo de que estemos dispuestos a especificar las condiciones observables que la refutarían.

Entonces ¿es el criterio de falsabilidad de Popper la solución del problema de la demarcación entre la ciencia y la pseudociencia? No. El criterio de Popper ignora la notable tenacidad de las teorías científicas. Los científicos tienen la piel gruesa. No abandonan una teoría simplemente porque los hechos la contradigan. Normalmente o bien

inventan alguna hipótesis de rescate para explicar lo que ellos llaman después una simple anomalía o, si no pueden explicar la anomalía, la ignoran y centran su atención en otros problemas. Obsérvese que los científicos hablan de anomalías, ejemplos recalcitrantes, pero no de refutaciones. La historia de la ciencia está, por supuesto, repleta de exposiciones sobre cómo los experimentos cruciales supuestamente destruyen a las teorías. Pero tales exposiciones suelen estar elaboradas mucho después de que la teoría haya sido abandonada. Si Popper hubiera preguntado a un científico newtoniano en qué condiciones experimentales abandonaría la teoría de Newton, algunos científicos newtonianos hubieran recibido la misma calificación que algunos marxistas.

¿Qué es entonces lo que distingue a la ciencia? ¿Tenemos que capitular y convenir que una revolución científica sólo es un cambio irracional de convicciones, una conversión religiosa? Tom Kuhn, un prestigioso filósofo de la ciencia americano, llegó a esta conclusión tras descubrir la ingenuidad del falsacionismo de Popper. Pero si Kuhn tiene razón, entonces no existe demarcación explícita entre ciencia y pseudociencia ni distinción entre progreso científico y decadencia intelectual: no existe un criterio objetivo de honestidad. Pero ¿qué criterios se pueden ofrecer entonces para distinguir entre el progreso científico y la degeneración intelectual?

En los últimos años he defendido la metodología de los programas de investigación científica que soluciona algunos de los problemas que ni Popper ni Kuhn consiguieron solucionar.

En primer lugar defiendo que la unidad descriptiva típica de los grandes logros científicos no es una hipótesis aislada sino más bien un programa de investigación. La ciencia no es sólo ensayos y errores, una serie de conjeturas y refutaciones. «Todos los cisnes son blancos» puede ser falsada por el descubrimiento de un cisne negro. Pero tales casos triviales de ensayo y error no se catalogan como ciencia. La ciencia newtoniana, por ejemplo, no es sólo un conjunto de cuatro conjeturas (las tres leyes de la mecánica y la ley de gravitación). Esas cuatro leyes sólo constituyen el «núcleo firme» del programa newtoniano. Pero este núcleo firme está tenazmente protegido contra las refutaciones mediante un gran «cinturón protector» de hipótesis auxiliares. Y, lo que es más importante, el programa de investigación tiene también una *heurística*, esto es, una poderosa maquinaria para la solución de problemas que, con la ayuda de técnicas matemáticas sofisticadas, asimila las anomalías e incluso las convierte en evidencia positiva. Por ejemplo, si un planeta no se mueve exactamente como debiera, el científico newtoniano repasa sus conjeturas relativas a la refracción atmosférica, a la propagación de la luz a través de tormen-

tas magnéticas y cientos de otras conjeturas, todas las cuales forman parte del programa. Incluso puede inventar un planeta hasta entonces desconocido y calcular su posición, masa y velocidad para explicar la anomalía.

Ahora bien, la teoría de la gravitación de Newton, la teoría de la relatividad de Einstein, la mecánica cuántica, el marxismo, el freudianismo son todos programas de investigación dotados cada uno de ellos de un cinturón protector flexible, de un núcleo firme característico pertinazmente defendido, y de una elaborada maquinaria para la solución de problemas. Todos ellos, en cualquier etapa de su desarrollo, tienen problemas no solucionados y anomalías no asimiladas. En este sentido todas las teorías nacen refutadas y mueren refutadas. Pero ¿son igualmente buenas? Hasta ahora he descrito cómo son los programas de investigación. Pero ¿cómo podemos distinguir un programa científico o progresivo de otro pseudocientífico o regresivo?

En contra de Popper, la diferencia no puede radicar en que algunos aún no han sido refutados, mientras que otros ya están refutados. Cuando Newton publicó sus *Principia* se sabía perfectamente que ni siquiera podía explicar adecuadamente el movimiento de la luna; de hecho, el movimiento de la luna refutaba a Newton. Kaufmann, un físico notable, refutó la teoría de la relatividad de Einstein en el mismo año en que fue publicada. Pero todos los programas de investigación que admiro tienen una característica común. Todos ellos predicen hechos nuevos, hechos que previamente ni siquiera habían sido soñados o que incluso habían sido contradichos por programas previos o rivales. En 1686, cuando Newton publicó su teoría de la gravitación, había, por ejemplo, dos teorías en circulación relativas a los cometas. La más popular consideraba a los cometas como señal de un Dios irritado que advertía que iba a golpear y a ocasionar un desastre. Una teoría poco conocida de Kepler defendía que los cometas eran cuerpos celestiales que se movían en líneas rectas. Ahora bien, según la teoría de Newton, algunos de ellos se movían en hipérbolas o parábolas y nunca regresaban; otros se movían en elipses ordinarias. Halley, que trabajaba en el programa de Newton, calculó, a base de observar un tramo reducido de la trayectoria de un cometa, que regresaría setenta y dos años después; calculó con una precisión de minutos cuándo se le volvería a ver en un punto definido del cielo. Esto era increíble. Pero setenta y dos años más tarde, cuando ya Newton y Halley habían muerto tiempo atrás, el cometa Halley volvió exactamente como Halley había predicho. De modo análogo los científicos newtonianos predijeron la existencia y movimiento exacto de pequeños planetas que nunca habían sido observados con anterioridad. O bien, tomemos el programa de Einstein. Este progra-

ma hizo la magnífica predicción de que si se mide la distancia entre dos estrellas por la noche y si se mide la misma distancia de día (cuando son visibles durante un eclipse del sol) las dos mediciones serán distintas. Nadie había pensado en hacer tal observación antes del programa de Einstein. De este modo, en un programa de investigación progresivo, la teoría conduce a descubrir hechos nuevos hasta entonces desconocidos. Sin embargo, en los programas regresivos las teorías son fabricadas sólo para acomodar los hechos ya conocidos. Por ejemplo, ¿alguna vez ha predicho el marxismo con éxito algún hecho nuevo? Nunca. Tiene algunas famosas predicciones que no se cumplieron. Predijo el empobrecimiento absoluto de la clase trabajadora. Predijo que la primera revolución socialista sucedería en la sociedad industrial más desarollada. Predijo que las sociedades socialistas estarían libres de revoluciones. Predijo que no existirían conflictos de intereses entre países socialistas. Por tanto, las primeras predicciones del marxismo eran audaces y sorprendentes, pero fracasaron. Los marxistas explicaron todos los fracasos: explicaron la elevación de niveles de vida de la clase trabajadora creando una teoría del imperialismo; incluso explicaron las razones por las que la primera revolución socialista se había producido en un país industrialmente atrasado como Rusia. «Explicaron» los acontecimientos de Berlín en 1953, Budapest en 1956 y Praga en 1968. «Explicaron» el conflicto ruso-chino. Pero todas sus hipótesis auxiliares fueron manufacturadas tras los acontecimientos para proteger a la teoría de los hechos. El programa newtoniano originó hechos nuevos; el programa marxista se retrasó con relación a los hechos y desde entonces ha estado corriendo para alcanzarlos.

Para resumir: el distintivo del progreso empírico no son las verificaciones triviales: Popper tiene razón cuando afirma que hay millones de ellas. No es un éxito para la teoría newtoniana el que al soltar una piedra ésta caiga hacia la tierra, sin que importe el número de veces que se repite el experimento. Pero las llamadas «refutaciones» no indican un fracaso empírico como Popper ha enseñado, porque todos los programas crecen en un océano permanente de anomalías. Lo que realmente importa son las predicciones dramáticas, inesperadas, grandiosas; unas pocas de éstas son suficientes para decidir el desenlace; si la teoría se retrasa con relación a los hechos, ello significa que estamos en presencia de programas de investigación pobres y regresivos.

¿Cómo suceden las revoluciones científicas? Si tenemos dos programas de investigación rivales y uno de ellos progresa, mientras que el otro degenera, los científicos tienden a alinearse con el programa progresivo. Tal es la explicación de las revoluciones científicas. Pero

aunque preservar la publicidad del caso sea una cuestión de honestidad intelectual, no es deshonesto aferrarse a un programa en regresión e intentar convertirlo en progresivo.

En contra de Popper, la metodología de los programas de investigación científica no ofrece una racionalidad instantánea. Hay que tratar con benevolencia a los programas en desarrollo; pueden transcurrir décadas antes de que los programas despeguen del suelo y se hagan empíricamente progresivos. La crítica no es un arma popperiana que mate con rapidez mediante la refutación. Las críticas importantes son siempre constructivas; no hay refutaciones sin una teoría mejor. Kuhn se equivoca al pensar que las revoluciones científicas son un cambio repentino e irracional de punto de vista. La historia de la ciencia refuta tanto a Popper como a Kuhn; cuando son examinados de cerca, resulta que tanto los experimentos cruciales popperianos como las revoluciones de Kuhn son mitos; lo que sucede normalmente es que los programas de investigación progresivos sustituyen a los regresivos.

El problema de la demarcación entre ciencia y pseudociencia también tiene serias implicaciones para la institucionalización de la crítica. La teoría de Copérnico fue condenada por la Iglesia Católica en 1616 porque supuestamente era pseudocientífica. Fue retirada del *Indice* en 1820 porque para entonces la Iglesia entendió que los hechos la habían probado y por ello se había convertido en científica. El Comité Central del Partido Comunista Soviético en 1949 declaró pseudocientífica a la genética mendeliana e hizo que sus defensores, como el académico Vavilov, murieran en campos de concentración; tras la muerte de Vavilov la genética mendeliana fue rehabilitada; pero persistió el derecho del Partido a decidir lo que es científico y publicable y lo que es pseudocientífico y castigable. Las instituciones liberales de Occidente también ejercitan el derecho a negar la libertad de expresión cuando algo es considerado pseudocientífico, como se ha visto en el debate relativo a la raza y la inteligencia. Todos estos juicios inevitablemente se fundamentan en algún criterio de demarcación. Por ello el problema de la demarcación entre ciencia y pseudociencia no es un pseudoproblema para filósofos de salón, sino que tiene serias implicaciones éticas y políticas.

Capítulo 1

LA FALSACION Y LA METODOLOGIA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION CIENTIFICA *

1. La Ciencia: razón o religión

Durante siglos conocimiento significó conocimiento probado; probado bien por el poder del intelecto o por la evidencia de los sentidos. La sabiduría y la integridad intelectual exigían que desistiéramos de realizar manifestaciones no probadas y que minimizáramos (incluso en nuestros pensamientos) el bache entre la especulación y el conocimiento establecido. El poder probatorio del intelecto o de los sentidos fue puesto en duda por los escépticos hace más de dos mil años, pero la gloria de la física newtoniana los sumió en la confusión. Los hallazgos de Einstein de nuevo invirtieron la situación y en la actualidad muy pocos filósofos o científicos consideran aún que el conocimiento científico es, o puede ser, conocimiento probado. Pero pocos entienden que con esto se derrumba la estructura clásica de valores intelectuales y que ha de ser reemplazada; no es posible atenuar simplemente el ideal de verdad probada llegando al ideal de «verdad

* Este artículo se escribió en 1968-69 y fue publicado por primera vez en Lakatos (1970). Allí Lakatos se refería al artículo como una «versión mejorada» de su (1968b) y como «una versión imperfecta» de su próxima *The Changing Logic of Scientific Discovery,* un libro proyectado que nunca pudo empezar. Hace constar los siguientes agradecimientos: «Algunas partes de (mi 1968b) se reproducen aquí sin cambios con el permiso del Editor de *Proceedings of the Aristotelian Society.* Para preparar esta nueva versión he recibido gran ayuda de Tad Beckman, Colin Howson, Clive Kilmister, Larry Laudan, Eliot Leader, Alan Musgrave, Michael Sukale, John Watkins y John Worrall» (Editores).

probable» (como hacen algunos empiristas lógicos)[1] o al de «verdad por consenso (cambiante)» (como hacen algunos sociólogos del conocimiento[2].

La importancia de Popper radica fundamentalmente en haber comprendido todas las implicaciones del colapso de la teoría científica mejor corroborada de todos los tiempos, la mecánica newtoniana y la teoría newtoniana de la gravitación. Desde su punto de vista, la virtud no estriba en ser cauto para evitar errores, sino en ser implacable al eliminarlos. Audacia en las conjeturas, por una parte, y austeridad en las refutaciones, por otra: esa es la receta de Popper. La honestidad intelectual no consiste en intentar atrincherar o establecer la posición propia probándola (o «haciéndola probable»); más bien la honestidad intelectual consiste en especificar con precisión las condiciones en que estaríamos dispuestos a abandonar nuestra posición. Los marxistas y freudianos comprometidos rehúsan especificar tales condiciones: tal es la señal de su deshonestidad intelectual. *Creer* puede ser una lamentable debilidad biológica que debe ser controlada por la crítica, pero el *compromiso* es para Popper un auténtico crimen.

Kuhn piensa de otro modo. También él rechaza la idea de que la ciencia crezca mediante acumulación de verdades eternas[3]. También él se inspira fundamentalmente en la destrucción de la física newtoniana realizada por Einstein. También su principal problema son las *revoluciones científicas.* Pero mientras que para Popper la ciencia es «revolución permanente», y la crítica, la médula de la empresa científica, para Kuhn las revoluciones son excepcionales y, en realidad,

---

[1] El principal defensor contemporáneo de la idea de «verdad probable» es Rudolf Carnap. En I. Lakatos: *Matemáticas, ciencia y epistemología* (Alianza Ed., 1987) (a partir de ahora, MCE), cap. 8, se expone el contexto histórico de esta posición y se realiza una crítica de la misma.

[2] Los principales defensores contemporáneos de la idea de «verdad por consenso» son Polanyi y Kuhn. En Musgrave (1969a) y Musgrave (1969b) se encontrará el fundamento histórico de esta postura y una crítica de la misma.

[3] Realmente él comienza su (1962) argumentando contra la idea del crecimiento científico del «desarrollo por acumulación». Pero intelectualmente es deudor de Koyré y no de Popper. Koyré mostró que el positivismo suministra una mala guía para el historiador de la ciencia porque la historia de la física sólo puede comprenderse en el contexto de una sucesión de programas de investigación metafísicos. De este modo los cambios científicos están relacionados con grandes y cataclísmicas revoluciones metafísicas. Kuhn desarrolla este mensaje de Burtt y Koyré y el gran éxito de su libro se debe parcialmente a su crítica directa y demoledora de la historiografía justificacionista que causó una auténtica sensación entre los científicos ordinarios y los historiadores de la ciencia a quienes no había llegado el mensaje de Burtt, Koyré (o Popper). Pero desgraciadamente su mensaje tenía algunas connotaciones autoritarias e irracionales.

extracientíficas; en tiempos «normales» la crítica es anatema. En realidad para Kuhn la transición de la crítica al compromiso señala el punto en que comienza el «progreso» y la ciencia normal. Para él la idea de que tras la «refutación» se puede pedir el rechazo y la eliminación de una teoría constituye falsacionismo ingenuo. Sólo en los escasos momentos de «crisis» se permite la crítica de la teoría dominante y las propuestas de nuevas teorías. Esta última tesis de Kuhn ha sido muy criticada[4] y no la discutiré. Mi interés se centra más bien en que Kuhn, tras reconocer el fracaso tanto del justificacionismo como del falsacionismo para suministrar explicaciones del progreso científico, parece ahora retroceder al irracionalismo.

Para Popper, el cambio científico es racional o al menos reconstruible racionalmente y pertenece al dominio de la *lógica de la investigación*. Para Kuhn, el cambio científico de un paradigma a otro es una conversión mística que no está ni puede estar gobernada por reglas racionales y que cae enteramente en el terreno de la *psicología (social) de la investigación*. El cambio científico es una clase de cambio religioso.

El conflicto entre Popper y Kuhn no se refiere a un tema epistemológico de orden técnico. Afecta a nuestros valores intelectuales fundamentales y tiene implicaciones no sólo para la física teórica, sino también para las ciencias sociales subdesarrolladas e incluso para la filosofía moral y política. Si ni siquiera en una ciencia existe forma alguna de juzgar a una teoría como no sea mediante el número, fe y energía vocal de sus adeptos, entonces ello será aún más cierto de las ciencias sociales; la verdad está en el poder. De este modo reivindica Kuhn (inintencionadamente, sin duda) el *credo* político básico de los maníacos religiosos contemporáneos (los «estudiantes revolucionarios»).

En este artículo mostraré, en primer término, que en la lógica de la investigación científica de Popper confluyen dos puntos de vista distintos. Kuhn sólo percibe uno de ellos, el «falsacionismo ingenuo» (prefiero el término «falsacionismo metodológico ingenuo»); entiendo que su crítica del mismo es correcta y yo la reforzaré incluso. Pero Kuhn no comprende una posición más sofisticada cuya racionalidad no se fundamenta en el falsacionismo «ingenuo». Trataré de exponer y de fortalecer este enfoque popperiano, más sólido que el anterior y que, según pienso, puede ser inmune a las críticas de Kuhn y presentar las revoluciones científicas como casos de progreso racional y no de conversiones religiosas.

---

[4] Cf. e. g. Watkins (1970) y Feyerabend (1970a).

2. Falibilismo *versus* falsacionismo

Para apreciar con mayor claridad las tesis en conflicto, debemos reconstruir la situación de la filosofía de la ciencia tras el hundimiento del «justificacionismo».

Según los justificacionistas, el conocimiento científico consiste en proposiciones probadas. Habiendo reconocido que las deducciones estrictamente lógicas sólo nos capacitan para inferir (transmitir la verdad) pero no para probar (establecer la verdad), no se pusieron de acuerdo acerca de la naturaleza de aquellas proposiciones (axiomas) cuya verdad puede ser probada por medios extralógicos. Los *intelectualistas clásicos* (o racionalistas en el sentido restringido del término) admitieron clases muy variadas y poderosas de «pruebas» extralógicas: la revelación, la intuición intelectual, la experiencia. Estas, con ayuda de la lógica, les permitirían probar cualquier clase de proposición científica. Los *empiristas clásicos* sólo aceptaron como axiomas un conjunto relativamente pequeño de «proposiciones fácticas» que expresaban los «hechos sólidos». Su valor de verdad quedaba establecido por la experiencia y constituían la *base empírica* de la ciencia. Para probar las *teorías* científicas mediante la restringida base empírica exclusivamente, necesitaban una lógica mucho más poderosa que la lógica deductiva de los intelectualistas clásicos: la *«lógica inductiva»*. Todos los justificacionistas, fueran intelectualistas o empiristas, estaban de acuerdo en que un enunciado singular que exprese un «hecho sólido» puede *refutar* a una teoría universal [5], pero pocos de entre ellos entendían que una conjunción finita de proposiciones fácticas puede ser suficiente para probar «inductivamente» una teoría universal [6].

El justificacionismo, esto es, la identificación del conocimiento con el conocimiento probado, fue la tradición dominante durante si-

[5] Los justificacionistas insistieron repetidamente en esta asimetría entre enunciados fácticos singulares y teorías universales. Cf. e. g. la discusión de Popkin sobre Pascal en Popkin (1968), p. 14, y la afirmación de Kant en el mismo sentido citada en el nuevo *motto* de la tercera edición alemana (1969) de la *Logik der Forschung* de Popper. (La elección de Popper de esta venerable piedra angular de la lógica elemental como un *motto* de la nueva edición de su obra clásica muestra su principal preocupación: luchar contra el probabilismo en el que esta asimetría se convierte en irrelevante porque las teorías probabilísticas pueden llegar a estar casi tan bien fundamentadas como las proposiciones fácticas.)

[6] En realidad, incluso algunos de estos pocos cambiaron, siguiendo a Mill, el problema, obviamente insoluble, de la prueba inductiva (de proposiciones particulares a universales) por el problema, algo menos obviamente insoluble, de probar proposiciones fácticas *particulares* a partir de otras proposiciones fácticas *particulares*.

glos en el pensamiento racional. El escepticismo no negó el justificacionismo: sólo afirmó que no había ni podía haber conocimiento probado ni, *por ello,* conocimiento de clase alguna. Para los escépticos el conocimiento no era sino creencias animales. De este modo el escepticismo justificacionista ridiculizó el pensamiento objetivo y abrió la puerta al irracionalismo, al misticismo y a la superstición.

Esta situación explica los enormes esfuerzos realizados por los racionalistas clásicos para intentar salvar los principios sintéticos *a priori* del intelectualismo, y por los empiristas clásicos, para intentar salvar la certeza de la base empírica y la validez de la inferencia inductiva. Para todos ellos *la honestidad científica exigía que no se afirmara nada carente de prueba.* Sin embargo, ambos fueron derrotados: los kantianos por la geometría no euclidiana y por la física no newtoniana, y los empiristas, por la imposibilidad lógica de establecer una base empírica (como señalaron los kantianos, los hechos no pueden probar las proposiciones) y de establecer una lógica inductiva (ninguna lógica puede acrecentar el contenido de modo infalible). Resultó que *ninguna teoría es susceptible de ser probada.*

Los filósofos tardaron en reconocer esto por razones obvias. Los justificacionistas clásicos temían que una vez aceptado que la ciencia teórica no puede ser probada, también tendrían que concluir que no es otra cosa que sofismas e ilusiones, un fraude deshonesto. La importancia filosófica del *probabilismo* (o *neojustificacionismo*) radica en haber negado la necesidad de tal conclusión.

El probabilismo fue elaborado por un grupo de filósofos de Cambridge que entendían que aunque todas las teorías carecen igualmente de la posibilidad de ser probadas, tienen, sin embargo, grados de probabilidad diferentes (en el sentido del cálculo de probabilidad) con relación a la evidencia empírica disponible [7]. *Por tanto, la honestidad científica requiere menos de lo que se pensaba: consiste en expresar solamente teorías muy probables, o incluso, en especificar para cada teoría científica, la evidencia y la probabilidad de la teoría a la luz de la evidencia.*

Por supuesto, la sustitución de la prueba por la probabilidad constituyó un retroceso fundamental para el pensamiento justificacionista. Pero incluso este retroceso resultó ser insuficiente. Pronto se mostró, sobre todo merced a los esfuerzos persistentes de Popper, que en condiciones muy generales todas las teorías tienen probabilidad cero, sea cual sea la evidencia: *no sólo todas las teorías son igual-*

---

[7] Los padres fundadores del probabilismo fueron intelectualistas: fracasaron los esfuerzos posteriores de Carnap para construir una variante empirista del probabilismo. Cf. MCE, cap. 8, pp. 221 y ss.

mente imposibles de probar sino que también son igualmente improbables [8].

Muchos filósofos argumentan aún que el fracaso en la obtención de, al menos, una solución probabilística para el problema de la inducción, significa que «arrojamos por la borda casi todo lo que es considerado como conocimiento por la ciencia y por el sentido común» [9]. Este es el contexto en el que debemos apreciar el cambio dramático aportado por el falsacionismo en la evaluación de teorías y, en general, en los criterios de honestidad intelectual. En un sentido, el falsacionismo fue una nueva y considerable retirada por parte del pensamiento racional. Pero puesto que era una retirada desde unos criterios utópicos, destruyó mucha hipocresía y confusionismo, constituyendo, de hecho, un avance.

a) El falsacionismo dogmático (o naturalista). La base empírica

En primer lugar analizaré una variante muy importante del falsacionismo: el falsacionismo dogmático (o «naturalista») [10]. El falsacionismo dogmático admite la falibilidad de *todas* las teorías científicas sin cualificaciones, pero retiene una clase de base empírica infalible. Es estrictamente empirista sin ser inductivista; niega que la certeza de la base empírica pueda ser transmitida a las teorías. *Por tanto, el falsacionismo dogmático es la variedad más débil del falsacionismo.*

Es extremadamente importante insistir en que el admitir que la contraevidencia empírica (reforzada) es el árbitro final de una teoría, no convierte a uno en un falsacionista dogmático. Cualquier kantiano o inductivista estará de acuerdo con tal apelación. Pero tanto el kantiano como el inductivista, aun reconociendo los experimentos cruciales negativos, especificará también condiciones sobre cómo establecer y defender una teoría no refutada con preferencia a otra. Los kantianos mantenían que la geometría euclidiana y la mecánica newtoniana habían sido establecidas con certeza; los inductivistas defendían que tenía probabilidad 1. Sin embargo, para el falsacionista dogmático la contraevidencia empírica es el *único* árbitro posible de una teoría.

Por tanto, el distintivo del falsacionista dogmático es el reconocimiento de que todas las teorías son igualmente conjeturales. La ciencia no puede *probar* ninguna teoría. Pero aunque la ciencia no puede *probar,* sí que puede *refutar;* «puede realizar con certeza lógica

---

[8] Para una discusión detallada, cf. MCE, cap. 8, especialmente pp. 208 y ss.

[9] Rusell (1943), p. 683. Para una discusión del justificacionismo de Russell, cf. vol. 2, cap. 1, especialmente pp. 11 y ss.

[10] Sobre la explicación de este término, cf. *abajo,* p. 24, n. 17.

completa (el acto de) repudiar lo que es falso» [11]; esto es, existe una base empírica de hechos, absolutamente sólida, que puede utilizarse para refutar las teorías. Los falsacionistas suministran nuevos y muy modestos criterios de honestidad intelectual: están dispuestos a considerar una proposición como «científica» no sólo si es una proposición probada, sino incluso si no es más que falsable; esto es, si existen técnicas experimentales y matemáticas disponibles en el momento, que designan a ciertos enunciados como falsadores potenciales [12].

Por tanto, la honestidad científica consiste en especificar por adelantado un experimento tal, que si el resultado contradice la teoría, ésta debe ser abandonada [13]. El falsacionista pide que cuando una proposición sea refutada no se produzcan engaños: la proposición debe ser rechazada sin condiciones. A las proposiciones no falsables (y no tautológicas) el falsacionista las despacha de un plumazo: las denomina metafísicas y les niega rango científico.

Los falsacionistas dogmáticos trazaron una drástica demarcación entre el teórico y el experimentador; el teórico propone, el experimentador dispone (en nombre de la naturaleza). Como señala Weyl: «Deseo manifestar mi ilimitada admiración por el trabajo del experimentador en su lucha por arrancar hechos interpretables a una naturaleza reacia que sabe muy bien cómo confrontar nuestras teorías con un *No* decisivo o con un inaudible *Sí*» [14]. Braithwaite ofrece una exposición del falsacionismo dogmático particularmente lúcida. Suscita el problema de la objetividad de la ciencia: «¿En qué medida, por tanto, debe considerarse a un sistema científico deductivo como una creación libre de la mente humana y en qué medida como una exposición objetiva de los hechos naturales?» Su respuesta es:

La forma de un enunciado referente a una hipótesis científica y su uso para expresar una proposición general, constituye un artificio humano; lo que se debe a la naturaleza son los hechos observables que refutan o no refutan a la hipótesis científica... (En la ciencia) asignamos a la naturaleza la tarea de decidir si son falsas cualquiera de las conclusiones contingentes del nivel más bajo. Esta contrastación objetiva de falsedad es lo que convierte al sistema deductivo (para cuya construcción gozamos de gran libertad) en un sistema de hipótesis científicas. El hombre propone un sistema de hipótesis: la Naturaleza dispone su verdad

---

11 Medawar (1967), p, 144. También cf. *abajo*, p. 123, n. 338.

12 Esta discusión indica ya la importancia esencial de una demarcación entre proposiciones fácticas que pueden ser probadas y proposiciones teóricas que no pueden ser probadas, para el falsacionista dogmático.

13 «*Los criterios de refutación* deben establecerse previamente; se debe acordar qué situaciones observables, de ser observadas realmente, implican que la teoría está refutada» (Popper, 1963a, p. 38, n. 3).

14 Citado en Popper (1934), sección 85, con el comentario de Popper: «Enteramente de acuerdo».

o falsedad. El hombre inventa un sistema científico y descubre después si es acorde o no con los hechos observados [15].

Según la lógica del falsacionismo dogmático, la ciencia crece mediante reiteradas eliminaciones de teorías con la ayuda de hechos sólidos. Por ejemplo, según este punto de vista la teoría de la gravedad mediante vórtices de Descartes fue refutada (y eliminada) por el *hecho* de que los planetas se movían en elipses y no en círculos cartesianos; la teoría de Newton, sin embargo, explicaba con éxito los hechos entonces disponibles: tanto los que habían sido explicados por la teoría de Descartes como aquellos que la refutaron. Por ello la teoría de Newton sustituyó a la de Descartes. Análogamente, y según los falsacionistas, la teoría de Newton fue, a su vez, refutada por el perihelio anómalo de Mercurio, mientras que la de Einstein explicó también este hecho. Por tanto, la ciencia progresa mediante especulaciones audaces que nunca son probadas ni resultan probables; algunas de las cuales son posteriormente eliminadas por refutaciones sólidas, concluyentes y sustituidas por nuevas especulaciones aún más audaces y no refutadas al menos por el momento.

Sin embargo, el falsacionismo dogmático es insostenible. Descansa sobre dos supuestos falsos y un criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia demasiado restringido.

El *primer supuesto* es que existe una frontera natural, *psicológica,* entre las proposiciones teóricas y especulativas, por una parte, y las proposiciones fácticas u observacionales (o básicas) por la otra. (Por supuesto, esto es parte del *enfoque naturalista* del método científico [16].)

El *segundo supuesto* es que si una proposición satisface el criterio psicológico de ser fáctica u observacional (o básica), entonces es cierta; se puede decir que ha sido probada por los hechos. (Llamaré a esta tesis *la doctrina de la prueba observacional* [*o experimental*] [17].)

---

[15] Braithwaite (1953), pp. 367-68. Sobre la «incorregibilidad» de los hechos observados de Braithwaite, cf. su (1938). Mientras que en el pasaje citado Braithwaite suministra una respuesta poderosa al problema de la objetividad científica, en otro pasaje señala que «con excepción de las generalizaciones directas de hechos observables... la refutación completa no es más posible que la prueba completa» (1953), p. 19. También cf. *abajo,* p. 43, n. 84.

[16] Cf. Popper (1934), sección 10.

[17] Sobre estos supuestos y su crítica, c. Popper (1934), secciones 4 y 10. Se debe a este supuesto el que, siguiendo a Popper, llame «naturalista» a esta variedad de falsacionismo. Las «proposiciones básicas» de Popper no deben confundirse con las proposiciones básicas discutidas en esta sección; cf. *abajo,* p. 35, n. 46.

Es importante señalar que estos dos supuestos son también compartidos por muchos justificacionistas que no son falsacionistas: puede que añadan las «prue-

Ambos supuestos otorgan a las refutaciones mortales del falsacionismo dogmático una base empírica a partir de la cual la falsedad probada puede transmitirse, por medio de la lógica deductiva, a la teoría objeto de contrastación.

Estos supuestos son complementados por un *criterio de demarcación:* sólo son «científicas» las teorías que excluyen ciertos acontecimientos observables y que, por ello, pueden ser refutadas por los hechos. *Dicho de otro modo: una teoría es «científica» si tiene una base empírica* [18].

Pero ambos supuestos son falsos. La psicología testimonia contra el primero, la lógica contra el segundo y, finalmente, la opinión metodológica testifica contra el criterio de demarcación. Discutiré estos temas sucesivamente.

1) Una somera consideración de algunos ejemplos característicos es bastante para debilitar el *primer supuesto.* Galileo pretendió que podía «observar» montañas en la luna y manchas en el sol y que tales observaciones refutaban la venerable teoría de que los cuerpos celestiales eran inmaculadas esferas de cristal. Pero sus «observaciones» no eran «observacionales», esto es, realizadas mediante los sentidos y sin ayuda alguna: su fiabilidad dependía de la de su telescopio y también de la teoría óptica del telescopio que tan violentamente fue puesta en duda por sus contemporáneos. No fueron las *observaciones* puras y ateóricas de Galileo las que se enfrentaban con la *teoría* de Aristóteles, sino que las «observaciones» de Galileo, interpretadas mediante su teoría óptica, se enfrentaban con las «observaciones» de los aristotélicos interpretadas según su teoría de los cielos [19]. Nos quedamos con dos teorías inconsistentes situadas a la par, *prima facie.* Algunos empiristas pueden aceptar este punto de vista reconociendo que las «observaciones» de Galileo no eran observaciones genuinas. Sin embargo, defenderán que existe una «demarcación natural» entre aquellos enunciados que los sentidos imprimen en una mente vacía y pasiva (y sólo éstos constituyen «conocimiento inmediato» genuino) y aquellos sugeridos por sensaciones impuras, impregnadas de teorías. En realidad *todas* las variedades de las teorías del conocimiento justificacionista que reconocen a los sentidos como fuente (bien como

bas intuitivas» a las pruebas experimentales como hizo Kant, o las «pruebas inductivas» como hizo Mill. Nuestro falsacionista *sólo* acepta las pruebas experimentales.

[18] La base empírica de una teoría es el conjunto de sus falsadores potenciales: el conjunto de aquellas proposiciones observacionales que pueden refutarla.

[19] Por cierto, Galileo también mostró, con ayuda de su óptica, que si la Luna fuera una bola de cristal sin impurezas, sería invisible (Galileo, 1632).

una fuente o como *la* fuente) del conocimiento se ven obligadas a incorporar una *psicología de la observación.* Tales psicologías especifican el estado de los sentidos (o mejor, el estado de la mente como conjunto) «correcto», «normal», «sano», «sin prejuicios», «meticuloso» o «científico» en que se observa la verdad tal cual es. Por ejemplo, Aristóteles y los estoicos pensaron que la mente correcta era la mente médicamente sana. Los pensadores modernos advirtieron que una mente correcta requiere algo más que la mera salud. La mente correcta de Descartes es la acuñada en el fuego de la duda escéptica que no retiene sino la soledad final del *cogito* sobre el que el *ego* puede restablecerse y encontrar la mano de Dios que le guíe hacia la verdad. Todas las escuelas del justificacionismo moderno pueden caracterizarse por la *psicoterapia* con la que proponen que se prepare la mente para recibir la gracia de la verdad probada en el curso de una comunión mística. En particular, para los empiristas clásicos la mente *correcta* es una *tabula rasa* vaciada de todo contenido inicial, liberada de todo prejuicio o teoría. Pero del trabajo de Kant y de Popper (y del de los psicólogos influidos por ellos) se desprende que tal psicoterapia empirista nunca puede tener éxito. Porque no hay ni puede haber sensaciones no impregnadas de expectativas y por ello *no hay demarcación natural (psicológica) entre las proposiciones observacionales y teóricas* [20].

2) Pero incluso si existiera tal demarcación natural la lógica destruiría el *segundo supuesto* del falsacionismo dogmático, porque el valor de verdad de las proposiciones «observacionales» no puede ser decidido de forma indubitable: *ninguna proposición fáctica puede nunca ser probada mediante un experimento.* Las proposiciones sólo pueden ser derivadas a partir de otras proposiciones; no a partir de los hechos: no se pueden probar enunciados mediante experiencias, «como tampoco se pueden probar dando puñetazos sobre una mesa» [21]. Esta es una cuestión básica de lógica elemental, pero relativamente pocos la comprenden incluso hoy en día [22].

---

[20] Es cierto que la mayor parte de los psicologistas que se rebelaron contra la idea del sensacionalismo justificacionista lo hicieron bajo la influencia de filósofos pragmáticos como William James, quien negó la posibilidad de cualquier clase de conocimiento objetivo. Pero incluso así la influencia de Kant a través de Oswald Külpe, Franz Brentano y la influencia de Popper a través de Egon Brunswick y Donald Campbell, desempeñaron un papel en la formación de la psicología moderna; y si alguna vez la psicología vence al psicologismo ello se deberá a una creciente comprensión de la línea fundamental Kant-Popper de la filosofía objetivista.

[21] Cf. Popper (1934), sección 29.

[22] Parece que el primer filósofo que insistió en esto fue Fries en 1837 (cf. Popper, 1934, sección 29, n. 3). Este es, por supuesto, un caso especial de

Si las proposiciones fácticas no pueden ser probadas, entonces son falibles. Si son falibles, entonces los conflictos entre las teorías y las proposiciones fácticas no son «falsaciones» sino simples inconsistencias. Nuestra imaginación puede desempeñar un papel más importante en la formulación de «teorías» que en la formulación de «proposiciones fácticas» [23], pero ambas son falibles. Por tanto, *no podemos probar las teorías y tampoco podemos refutarlas* [24]. La demarcación entre unas teorías débiles, carentes de prueba y una «base empírica» sólida y probada, es inexistente: *todas* las proposiciones de la ciencia son teóricas e inevitablemente falibles [25].

3) Por fin, incluso si existiera una demarcación natural entre enunciados observacionales y teorías, e incluso si el valor de verdad de los enunciados observacionales pudiera ser establecido de modo indudable, aún así el falsacionismo dogmático sería incapaz de eliminar la clase más importante de las que suelen considerarse como teorías científicas. Porque incluso si los experimentos *pudieran* probar los informes experimentales, su poder de refutación seguiría siendo muy restringido: *precisamente las teorías más admiradas no prohíben ningún acontecimiento observable.*

Para defender esta afirmación contaré en primer lugar una historia característica y después propondré un argumento general.

La historia se refiere a un caso imaginario de conducta anómala de un planeta. Un físico de la era preeinsteiniana combina la mecánica de Newton y su ley de gravitación (N) con las condiciones iniciales aceptadas (I) y calcula mediante ellas la ruta de un pequeño pla-

---

la tesis general según la cual las relaciones lógicas como la probabilidad lógica o la consistencia, se refieren a *proposiciones*. Así, por ejemplo, la proposición «la naturaleza es consistente» es falsa (o, si se quiere, carente de significado) porque la naturaleza no es una proposición (ni una conjunción de proposiciones).

[23] Por cierto, incluso esto puede ser puesto en duda. Cf. *abajo*, pp. 59 y ss.

[24] Como dice Popper: «Ninguna refutación concluyente de una teoría puede producirse nunca»; quienes para eliminar una teoría esperan a una refutación infalible, tendrán que continuar esperando para siempre y «nunca se beneficiarán de la experiencia» (1934, sección 9).

[25] Tanto Kant como su seguidor inglés, Whewell, comprendieron que todas las proposiciones científicas, sean *a priori* o *a posteriori*, son igualmente teóricas, pero ambos mantuvieron que son igualmente susceptibles de ser probadas. Los kantianos vieron claramente que las proposiciones de la ciencia son teóricas en el sentido de que no son las sensaciones las que las escriben sobre la *tabula rasa* de una mente vacía, ni son deducidas o inducidas a partir de tales proposiciones. Una proposición fáctica no es sino una clase especial de proposición teórica. En esto Popper se alineó con Kant contra la versión empirista del dogmatismo. Pero Popper avanzó un paso más; según su punto de vista las proposiciones de la ciencia no sólo son teóricas sino que también son *falibles;* eternamente conjeturales.

neta que acaba de descubrirse, p. Pero el planeta se desvía de la ruta prevista. ¿Considera nuestro físico que la desviación estaba prohibida por la teoría de Newton y que, por ello, una vez confirmada tal ruta, queda refutada la teoría N? No. Sugiere que debe existir un planeta hasta ahora desconocido, p', que perturba la ruta de p. Calcula la masa, órbita, etc., de ese planeta hipotético y pide a un astrónomo experimental que contraste su hipótesis. El planeta p' es tan pequeño que ni los mayores telescopios existentes podrían observarlo: el astrónomo experimental solicita una ayuda a la investigación para construir uno aún mayor [26]. Tres años después el nuevo telescopio ya está disponible. Si se descubriera el planeta desconocido p', ello sería proclamado como una nueva victoria de la ciencia newtoniana. Pero no sucede así. ¿Abandona nuestro científico la teoría de Newton y sus ideas sobre el planeta perturbador? No. Sugiere que una nube de polvo cósmico nos oculta el planeta. Calcula la situación y propiedades de la nube y solicita una ayuda a la investigación para enviar un satélite con objeto de contrastar sus cálculos. Si los instrumentos del satélite (posiblemente nuevos, fundamentados en una teoría poco contrastada) registraran la existencia de la nube conjeturada, el resultado sería pregonado como una gran victoria de la ciencia newtoniana. Pero no se descubre la nube. ¿Abandona nuestro científico la teoría de Newton junto con la idea del planeta perturbador y la de la nube que lo oculta? No. Sugiere que existe un campo magnético en esa región del universo que inutilizó los instrumentos del satélite. Se envía un nuevo satélite. Si se encontrara el campo magnético, los newtonianos celebrarían una victoria sensacional. Pero ello no sucede. ¿Se considera este hecho una refutación de la ciencia newtoniana? No. O bien se propone otra ingeniosa hipótesis auxiliar o bien... toda la historia queda enterrada en los polvorientos volúmenes de las revistas, y nunca vuelve a ser mencionada [27].

Esta historia sugiere vívidamente que incluso las teorías científicas más respetadas, como la dinámica de Newton y la teoría de la

[26] Si el pequeño planeta conjetural estuviera fuera del alcance hasta de los mayores telescopios ópticos *posibles,* puede ensayar algún instrumento enteramente nuevo (como un radiotelescopio) que le capacite para «observarlo», esto es, para interrogar a la Naturaleza sobre él, aunque sólo sea indirectamente. (Puede ser que la nueva teoría «observacional» no esté adecuadamente articulada ni, mucho menos, severamente contrastada, pero él no se preocuparía por ello más de lo que se preocupó Galileo.)

[27] Al menos no hasta que un nuevo programa de investigación supere al programa de Newton y explique este fenómeno previamente recalcitrante. En este caso, el fenómeno será desenterrado y entronizado como un «experimento crucial»; cf. *abajo,* pp. 92 y ss.

gravitación, pueden no prohibir ningún fenómeno observable [28]. En verdad *algunas teorías científicas prohíben la aparición de un acontecimiento en alguna región espacio-temporal específica (esto es, un «acontecimiento singular») sólo con la condición de que ningún otro factor* (posiblemente oculto en algún rincón distante y no especificado del universo) *tenga influencia sobre él.* Pero entonces *tales teorías nunca, por sí solas, contradicen un enunciado básico:* como máximo contradicen una conjunción de un enunciado básico que describe un acontecimiento espacio-temporal singular y un enunciado universal de no-existencia según el cual no hay otras causas relevantes actuando en ningún lugar del universo. Y el falsacionista dogmático no puede pretender que tales enunciados universales de no-existencia formen parte de la base empírica o que puedan ser observados y probados mediante la experiencia.

Otro modo de expresar la misma idea es decir que algunas teorías científicas se interpretan normalmente como si incorporaran una cláusula *ceteris-paribus* [29]: en tales casos lo que puede ser refutado es una teoría científica *con* esta cláusula. Pero tal refutación no tiene consecuencias para la teoría que se contrasta porque sustituyendo la cláusula *ceteris-paribus* por otra distinta siempre es posible retener la teoría específica, cualquiera que sea el resultado de la contrastación.

Si esto es así, el «inexorable» procedimiento de refutación del falsacionismo dogmático se viene abajo en tales casos *incluso* si existiera una base empírica sólidamente establecida que sirviera como ballesta para lanzar la flecha del *modus tollens:* el blanco fundamental seguiría siendo irremediablemente evasivo [30]. Y sucede que son precisamente las teorías «maduras», más importantes, de la historia de la ciencia las que *prima facie* son irrefutables por este procedimiento [31]. Por otra parte, de acuerdo con los criterios del falsacionismo dogmático todas las teorías probabilísticas están incluidas en este mismo apartado, porque ninguna muestra finita puede nunca *refutar* una teoría

[28] Popper pregunta: «¿Qué clase de observaciones clínicas refutarían, a satisfacción del analista, no simplemente un diagnóstico particular sino el psicoanálisis mismo?» (1963, p. 38, n. 3). Pero ¿qué clase de observación refutaría, a satisfacción del newtoniano, no simplemente una versión particular, sino la misma teoría newtoniana?

[29] Esta cláusula *ceteris-paribus* normalmente no requiere ser interpretada como una premisa separada. Para una discusión, cf. *abajo,* pp. 129-130.

[30] Por cierto, podemos persuadir al falsacionista dogmático de que su criterio de demarcación era un error muy ingenuo. Si lo abandona, pero retiene sus dos supuestos básicos, tendrá que excluir de la ciencia las teorías y considerar el crecimiento de la ciencia como una acumulación de enunciados básicos probados. Esta es realmente la etapa final del empirismo clásico después de que se evapore la esperanza de que los hechos puedan probar o, al menos, refutar las teorías.

[31] Esto no es coincidencia; cf. *abajo,* pp. 117 y ss.

probabilística universal[32]: las teorías probabilísticas, como las que tienen una cláusula *ceteris-paribus,* carecen de base empírica. Pero entonces, y *según sus propias palabras,* el falsacionismo dogmático relega las teorías científicas más importantes al ámbito de la metafísica donde la discusión racional (que según sus criterios consiste de pruebas y refutaciones) no se plantea, puesto que una teoría metafísica donde la discusión racional (que según sus criterios consiste en marcación del falsacionista dogmático es profundamente antiteórico.

(Por otra parte, *es fácil argumentar que las cláusulas ceteris-paribus no constituyen excepciones en la ciencia, sino más bien la regla.* Después de todo, la ciencia debe ser diferenciada de la tienda de un anticuario en la que se almacenan y exhiben toda clase de curiosidades locales (o cósmicas). La afirmación «todos los británicos murieron de cáncer de garganta entre 1950 y 1960» es, lógicamente, posible e incluso puede haber sido cierta. Pero si se trata sólo de que ha ocurrido un acontecimiento de mínima probabilidad, sólo tendría valor como curiosidad para el coleccionista de fenómenos extraños; suscitaría cierto macabro interés, pero carecería de valor científico. Se puede decir que una proposición es científica sólo si se trata de expresar un conocimiento causal: puede ser que la conexión entre ser británico y morir de cáncer de garganta ni siquiera se haya tratado de expresar. De forma análoga, «todos los cisnes son blancos» (de ser cierta), constituiría una mera curiosidad, a menos que se afirmara que la condición de ser cisne *causa* la blancura. Pero en tal caso un cisne negro no refutaría esta proposición, puesto que puede indicar solamente que hay *otras causas* que operan de forma simultánea. Por tanto, o bien «todos los cisnes son blancos» es una curiosidad fácilmente refutable, o bien es una proposición científica con una cláusula *ceteris-paribus* e irrefutable por ello. Entonces, *la tenacidad de una teoría frente a la evidencia empírica sería un argumento a favor más que en contra de su consideración como teoría «científica». La «irrefutabilidad» se convertiría en un distintivo de la ciencia*[33].

Para resumir: los justificacionistas clásicos sólo admitían teorías probadas; los justificacionistas neoclásicos, teorías probables; los falsacionistas dogmáticos comprendieron que en ambos casos ninguna teoría resultaba admisible. Decidieron aceptar teorías si éstas son refutables; esto es, refutables mediante un número finito de observaciones. Pero incluso si existieran tales teorías refutables (aquellas que pueden ser contradichas por un número finito de hechos observables)

---

32 Cf. Popper (1934), cap. VIII.
33 Sobre un caso mucho más fuerte, cf. *abajo,* sección 3.

aún permanecerían, desde un punto de vista lógico, demasiado cerca de la base empírica. Por ejemplo, en los términos del falsacionista dogmático, una teoría como «todos los planetas se mueven en elipses» puede ser refutada por cinco observaciones y por ello el falsacionista dogmático la consideraría científica. Una teoría como «todos los planetas se mueven en círculos» puede ser refutada por cuatro observaciones y por ello el falsacionista la consideraría como aún más científica. La quintaesencia de la cientificidad sería una teoría como «todos los cisnes son blancos» que puede refutarse mediante una sola observación. Por otra parte, rechazará todas las teorías probabilísticas junto con las de Einstein, Maxwell y Newton por acientíficas, dado que ningún número finito de observaciones puede refutarlas nunca.

Si aceptamos el criterio de demarcación del falsacionista dogmático *y* también la idea de que los hechos pueden probar las proposiciones *fácticas,* hemos de declarar que las teorías más importantes (si no todas las teorías) propuestas en la historia de la física son metafísicas; que la mayor parte del progreso aceptado (si no todo el progreso) es pseudoprogreso; que la mayoría del trabajo realizado es irracional. Sin embargo, si aún aceptamos el criterio de demarcación del falsacionista dogmático y negamos que los hechos puedan probar las proposiciones, entonces ciertamente concluimos en el escepticismo completo: toda la ciencia es, sin duda, metafísica irracional y debe ser rechazada. *No sólo son las teorías científicas igualmente incapaces de ser probadas e igualmente improbables, sino que también son igualmente irrefutables.* Pero el reconocimiento de que no sólo las proposiciones teóricas sino *todas* las proposiciones de la ciencia son falibles, implica el colapso total de *todas* las formas del justificacionismo dogmático como teorías de la racionalidad científica.

b) El falsacionismo metodológico. La «base empírica»

El colapso del falsacionismo dogmático ante la potencia de los argumentos falibilistas nos devuelve al punto de partida. Si *todos* los enunciados científicos son teorías falibles sólo podemos criticarlos en razón de su inconsistencia. Pero entonces, ¿en qué sentido es empírica la ciencia, si es que lo es en algún sentido? Si las teorías científicas no pueden ser probadas ni se les puede atribuir una probabilidad, ni pueden ser refutadas, entonces parece que en último término los escépticos tienen razón: la ciencia no es sino especulación ociosa y no existe progreso en el conocimiento científico. ¿Es posible aún oponerse al escepticismo? *¿Podemos salvar a la crítica científica del falibilismo?* ¿Es posible contar con una teoría falibilista del pro-

greso científico? En particular, si la crítica científica es falible, ¿sobre qué bases podemos eliminar una teoría?

Una respuesta sorprendente la suministra el *falsacionismo metodológico.* El falsacionismo metodológico es una clase de convencionalismo, por lo que para entenderlo debemos discutir en primer lugar el convencionalismo en general.

Existe una demarcación importante entre teorías del conocimiento «*pasivas*» y «*activas*». Las «*activas*» mantienen que el conocimiento auténtico es la impresión de la naturaleza en una mente completamente inerte; la *actividad* mental sólo puede conducir a prejuicios y distorsiones. La tradición pasiva más influyente es el empirismo clásico. Las «*activas*» defienden que no podemos leer el libro de la naturaleza sin actividad mental, sin interpretarlo según nuestras teorías y expectativas [34]. Pues bien, los «*activistas*» *conservadores* sostienen que nacemos con nuestras expectativas básicas; mediante ellas convertimos el mundo en «nuestro mundo» y debemos después vivir para siempre en la prisión de nuestro mundo. La idea de que vivimos y morimos en la prisión de nuestros «marcos conceptuales» fue desarrollada en primer lugar por Kant; los kantianos pesimistas pensaron que el mundo real siempre será incognoscible debido a nuestra condición de prisioneros, mientras que los kantianos optimistas pensaron que Dios creó nuestro marco conceptual de modo que se ajustara al mundo [35]. Pero los *activistas revolucionarios* entienden que los marcos conceptuales pueden ser desarrollados y sustituidos por otros nuevos y *mejores;* somos *nosotros* quienes creamos nuestras «prisiones» y quienes también, mediante la crítica, las destruimos [36].

Whewell, y después Poincaré, Milhoud y Le Roy dieron nuevos pasos desde el activismo conservador hacia el revolucionario. Whewell defendió que las teorías se desarrollan mediante ensayo y error en los «preludios de las épocas inductivas». Las mejores de ellas son

[34] Esta distinción (y la terminología) se debe a Popper; cf. especialmente su (1934), sección 19 y su (1945), cap. 23 y n. 3 del cap. 25.

[35] Ninguna versión del activismo conservador explicó por qué la teoría *gravitacional* de Newton tenía que ser invulnerable; los kantianos se limitaron a explicar la tenacidad de la geometría euclidiana y de la *mecánica* newtoniana. Acerca de la *gravitación* y de la *óptica* newtonianas (o de otras ramas de la ciencia) tuvieron una posición ambigua y, en algunas ocasiones, inductivista.

[36] No incluyo a Hegel entre los «*activistas* revolucionarios». Para Hegel y sus seguidores el cambio de los marcos conceptuales es un proceso predeterminado e inevitable donde la creatividad individual o la crítica racional no desempeña una función esencial. En esta «dialéctica» los que se adelantan son tan culpables como los que se rezagan. No es sabio el hombre que construye una «prisión» mejor o que críticamente destruye la antigua, sino el que siempre se acompasa con la historia. De este modo la dialéctica explica el cambio sin crítica.

«probadas» después, en las «épocas inductivas», mediante una larga consideración de carácter fundamentalmente *a priori* que él llamó «intuición progresiva». Las «épocas inductivas» son seguidas de las «secuelas de las épocas inductivas»: desarrollos acumulativos de teorías auxiliares [37]. Poincaré, Milhoud y Le Roy rechazaban la idea de *prueba* mediante intuición progresiva y preferían explicar el continuo éxito histórico de la mecánica newtoniana mediante una *decisión metodológica* adoptada por los científicos: tras un período considerable de éxito empírico inicial, los científicos pueden *decidir* no permitir que la teoría sea refutada. Una vez adoptada esta decisión, solucionan (o disuelven) las anomalías aparentes mediante hipótesis auxiliares u otras «estratagemas convencionalistas» [38]. Este *convencionalismo conservador* tiene, sin embargo, el inconveniente de que no nos permite salir de nuestras prisiones autoimpuestas una vez que el período inicial de ensayo y error ha concluido y se ha adoptado la gran decisión. No puede solucionar el problema de la eliminación de aquellas teorías que han triunfado durante un largo período. Según el convencionalismo conservador los experimentos pueden tener poder suficiente como para refutar a las teorías jóvenes, pero no para refutar a las teorías antiguas y asentadas: *conforme crece la ciencia, disminuye el poder de la evidencia empírica* [39].

Los críticos de Poincaré se negaron a aceptar la idea de que aunque los científicos construyen sus marcos conceptuales, llega un momento en que los mismos se convierten en prisiones que no pueden ser demolidas. Esta crítica originó dos escuelas de *convencionalismo revolucionario:* el simplicismo de Duhem y el falsacionismo metodológico de Popper [40].

---

[37] Cf. Whewell (1837), (1840) y (1858).

[38] Cf. especialmente Poincaré (1891) y (1902); Milhoud (1896); Le Roy (1899) y (1901). Uno de los méritos principales de los convencionalistas fue el dirigir la atención al hecho de que cualquier teoría puede ser salvada de las refutaciones mediante «estratagemas convencionalistas». [El término «estratagema convencionalista» es de Popper: cf. la discusión crítica del convencionalismo de Poincaré en su (1934), especialmente secciones 19 y 20.]

[39] Poincaré elaboró por primera vez su convencionalismo sólo con relación a la geometría (cf. su 1891). Después Milhoud y Le Roy generalizaron la idea de Poincaré hasta cubrir todas las ramas de la teoría física aceptada. Poincaré (1902) comienza con una dura crítica del bergsoniano Le Roy contra quien defiende el carácter empírico (falsable o «inductivo») de toda la física *excepto* la geometría y la mecánica. A su vez Duhem criticó a Poincaré: desde su punto de vista había una posibilidad de destruir incluso la mecánica newtoniana.

[40] Los *loci classici* son Duhem (1905) y Popper (1934). Duhem no fue un revolucionario convencionalista *consistente.* De forma parecida a Whewell entendió que los cambios conceptuales sólo son *preliminares* de la «clasificación natural» final (tal vez distante). «Cuanto más se perfecciona una teoría tanto más aprenderemos que el orden lógico en que ésta dispone las leyes experimen-

Duhem acepta la posición convencionalista de que ninguna teoría física se derrumba nunca por el peso de las «refutaciones», pero pretende que, sin embargo, puede hundirse por el peso de las «reparaciones constantes y complejos refuerzos», cuando ya las «columnas comidas por los gusanos» no pueden sostener el ruinoso edificio [41]; entonces la teoría pierde su sencillez original y debe ser reemplazada. Pero entonces la falsación depende de los gustos subjetivos o, como máximo, de la moda científica y se deja demasiado espacio para la adhesión dogmática a una teoría favorita [42].

Popper trató de encontrar un criterio que fuera más objetivo y más demoledor. No podía aceptar la castración del empirismo inherente incluso en el enfoque de Duhem, y propuso una metodología que acepta la fortaleza de los experimentos incluso en la ciencia «madura». El falsacionismo metodológico de Popper es a la vez convencionalista y falsacionista, pero «difiere de los convencionalistas (conservadores) al defender que los enunciados aceptados por acuerdo *no* son espaciotemporalmente universales, sino espaciotemporalmente singulares» [43] y difiere del falsacionista dogmático al mantener que el valor de verdad de tales enunciados no puede ser probado por los hechos, sino que, en algunos casos, puede decidirse por acuerdo [44].

El *convencionalista conservador* (o si se prefiere, el «justificacionista metodológico») duhemiano hace irrefutables por *fiat* algunas teorías (espaciotemporalmente) universales, que se distinguen por su poder explicativo, su simplicidad o su belleza. Nuestro *convencionalista revolucionario* popperiano (o «falsacionista metodológico») hace irrefutables por *fiat* algunos enunciados (espaciotemporalmente) singulares que se distinguen por el hecho de que existe en la época una «técnica relevante» tal que «cualquiera que la aprenda» será capaz de *decidir* que el enunciado es «aceptable» [45]. Tal enunciado puede llamarse «básico» u «observacional», pero sólo entre comillas [46]. En

---

tales, es el reflejo de un orden ontológico». En particular se negó a considerar que *realmente* la mecánica de Newton se estuviera desmoronando y caracterizó la teoría de la relatividad de Einstein como la manifestación de una «carrera frenética y febril que persigue una idea nueva que ha convertido a la física en un auténtico caos en el que se extravía la lógica y el sentido común huye asustado» (Prefacio de 1914 de la segunda edición de su 1905).

[41] Duhem (1905), cap. VI, sección 10.

[42] Para un análisis ulterior del convencionalismo, cf. *abajo*, pp. 127-33.

[43] Popper (1934), sección 30.

[44] *En esta sección discuto la variante ingenua del falsacionismo metodológico de Popper. Por tanto, en esta sección, «falsacionismo metodológico» quiere decir «falsacionismo metodológico ingenuo»*, cf. *abajo*, p. 46.

[45] Popper (1934), sección 27.

realidad la selección misma de tales enunciados es un tema de decisión no basado exclusivamente en consideraciones psicológicas. Esta decisión es seguida después por una segunda clase de decisión relativa a la separación del conjunto de enunciados básicos *aceptados* del resto.

Estas *dos decisiones* corresponden *a los dos supuestos* del falsacionismo dogmático. Pero existen diferencias importantes. Por encima de todo, el falsacionista metodológico no es un justificacionista; carece de ilusiones sobre las «pruebas experimentales» y conoce perfectamente la falibilidad de sus decisiones y los riesgos que corre.

El falsacionista metodológico comprende que en las «técnicas experimentales» del científico hay implicadas [47] teorías falibles con las que interpreta los hechos. A pesar de ello, «aplica» tales teorías; en el contexto dado, las considera no como teorías bajo contrastación, sino como *conocimiento fundamental carente de problemas* «que aceptamos (tentativamente) como no problemático mientras estamos contrastando la teoría» [48]. Puede denominar a tales teorías (y a los enunciados cuyo valor de verdad decide con ayuda de aquellas) «observacionales», pero esto sólo es un hábito lingüístico heredado del falsacionismo naturalista [49]. El falsacionista metodológico *utiliza nuestras mejores teorías como extensiones de nuestros sentidos* y amplía el ámbito de las teorías que pueden ser aplicadas en la contrastación más allá del ámbito de teorías estrictamente observacionales propio del falsacionista dogmático. Por ejemplo, imaginemos que se descubre una gran radio-estrella con un sistema de satélites en órbita a su alrededor. Desearíamos contrastar alguna teoría gravitacional en ese sistema planetario: un asunto de gran interés. A continuación imaginemos que Jodrell Bank consigue suministrar un conjunto de coordenadas espaciotemporales de los planetas que es inconsistente con la teoría. Aceptaremos como falsadores tales enunciados básicos. Por supuesto, tales enunciados básicos no son «observacionales» en el sentido ordinario, sino sólo ««observacionales»». Describen planetas que ni la vista humana ni los instrumentos ópticos pueden alcanzar. A su valor de verdad se llega mediante una «técnica experimental». Esta «técnica experimental» se fundamenta en la «aplicación» de una teoría muy corroborada de radio-óptica. Llamar «observacionales» a tales enunciados no es sino una forma de decir que, en el

---

46 *Op. cit.*, sección 28. Sobre el carácter no básico de esos enunciados metodológicamente «básicos», cf. e. g. (1934), *passim* y Popper (1959a), p. 35, n. * 2.

47 Cf. Popper (1934), fin de la sección 26 y también su (1968 c), pp. 291-92.

48 Cf. Popper (1963), p. 390.

49 En realidad Popper coloca cuidadosamente «observacional» entre comillas; cf. su (1934), sección 28.

contexto del problema, esto es, al contrastar nuestra teoría gravitacional, el falsacionista metodológico usa la radio-óptica acríticamente, como «conocimieno fundamental». *La necesidad de adoptar decisiones para separar la teoría que se contrasta del conocimiento fundamental no problemático es un rasgo característico de esta clase de falsacionismo metodológico* [50]. (Esta situación realmente no difiere de la «observación» de Galileo de los satélites de Júpiter; aún más, como alguno de los contemporáneos de Galileo señaló con acierto, él defendía una teoría óptica virtualmente inexistente que después fue menos corroborada e incluso menos articulada que la radio-óptica actual. Por otra parte, llamar «observacionales» a los resultados de nuestra visión sólo indica que nos «basamos» en alguna imprecisa teoría fisiológica de la visión humana [51].)

Esta consideración muestra el elemento convencional que existe en la concesión, para un contexto dado, de rango (metodológicamente) «observacional» a una teoría [52]. De forma análoga existe un elemento convencional importante en la decisión relativa al auténtico valor de verdad de un enunciado básico que adoptamos tras haber decidido qué «teoría observacional» se aplica. Una observación única puede ser una extraña consecuencia de algún error trivial; para reducir tales riesgos, los falsacionistas metodológicos prescriben algunos controles de seguridad. El más sencillo de tales controles es repetir el experimento (cuántas veces es un asunto convencional), de modo que se fortifica al falsador potencial mediante una «hipótesis falsadora muy corroborada» [53].

Los falsacionistas metodológicos también señalan que, de hecho, estas convenciones son institucionalizadas y aceptadas por la comunidad científica: el veredicto de los científicos experimentales suministra la lista de falsadores «aceptados» [54].

De este modo establece su «base empírica» el falsacionista metodológico (utiliza las comillas «para dar un énfasis irónico» a la expresión [55]). Esta «base» difícilmente puede ser llamada «base» de

---

[50] Esta demarcación desempeña un papel tanto en la *primera* como en la *cuarta* clase de decisiones del falsacionista metodológico. (Sobre la cuarta decisión, cf. *abajo*, pp. 39-40.)

[51] Para una discusión fascinante, cf. Feyerabend (1969a).

[52] Uno se pregunta si no sería mejor romper con la terminología del falsacionismo naturalista y rebautizar las teorías observacionales como «*teorías de contraste*».

[53] Cf. Popper (1934), sección 22. Muchos filósofos olvidaron la importante cualificación de Popper según la cual un enunciado básico no tiene poder para refutar nada sin el apoyo de una hipótesis falsadora bien corroborada.

[54] Cf. Popper (1934), sección 30.

[55] Popper (1963a), p. 387.

acuerdo con criterios justificacionistas; en ella no hay nada probado: se trata de unos «cimientos de arena»[56]. Ciertamente si esta «base empírica» entra en conflicto con una teoría, puede decirse que la teoría está «falsada», pero no en el sentido de haberse probado su falsedad. La «falsación» metodológica es muy diferente de la falsación dogmática. Si una teoría está falsada, se ha probado que es falsa; si está «falsada», aún puede ser cierta. Si mediante esta clase de «falsación» procedemos a la «eliminación» real de una teoría, podemos concluir eliminando una teoría verdadera y aceptando una falsa (posibilidad que inspiraría horror a los antiguos justificacionistas).

Sin embargo, el falsacionista metodológico recomienda que se haga precisamente eso. El falsacionista metodológico comprende que si deseamos reconciliar el falibilismo con la racionalidad (no justificacionista) *debemos* hallar un procedimiento para eliminar *algunas* teorías. Si no lo conseguimos, el crecimiento de la ciencia no será sino el crecimiento del caos.

Por eso el falsacionista metodológico mantiene que «(si queremos) que funcione el método de selección por eliminación, y asegurarnos de que sólo sobreviven las teorías más aptas, entonces es necesario que su lucha por la supervivencia sea severa»[57]. Cuando una teoría ha sido falsada, debe ser eliminada a pesar de los riesgos implicados: «(trabajamos con las teorías sólo) mientras resistan las contrastaciones»[58]. La eliminación debe ser concluyente desde un punto de vista metodológico: «En general consideramos como decisiva una falsación intersubjetivamente contrastable... Una evaluación corroboradora realizada posteriormente... puede sustituir un grado positivo de corroboración por otro negativo, pero no *viceversa*». Esta es la explicación del falsacionista metodológico acerca de cómo salir de una vía muerta: «Siempre es la experimentación la que nos salva de seguir un camino que no conduce a ninguna parte.»[59].

El falsacionista metodológico separa el rechazo y la refutación que habían sido unidos por el falsacionista dogmático[60]. El es falibi-

[56] Popper (1934), sección 30; también cf. sección 29: «La relatividad de los enunciados básicos».

[57] Popper (1957 b), p. 134. En otros lugares Popper insiste en que su método no puede «asegurar» la supervivencia del más apto. La selección natural puede equivocarse; puede ser que el más apto perezca y que sobreviva el monstruo.

[58] Popper (1935).

[59] Popper (1934), sección 82.

[60] Esta clase de «falsación» metodológica es, al contrario de la falsación dogmática (refutación), una idea pragmática, metodológica. Pero entonces, ¿qué significado preciso le atribuimos? La respuesta de Popper, que descartaré, es que

lista, pero su falibilismo no debilita su actitud crítica: convierte a las proposiciones falibles en una «base» para una política dura. Desde esta perspectiva propone un *nuevo criterio de demarcación:* sólo son científicas aquellas teorías (esto es, aquellas proposiciones no «observacionales») que prohíben ciertos acontecimientos observables y que por ello pueden ser «falsadas» y rechazadas; o dicho de forma más breve, *una teoría es «científica» (o «aceptable») si tiene una «base empírica». Este criterio pone de relieve la diferencia entre el falsacionismo dogmático y el metodológico*[61].

Este criterio de demarcación metodológico es mucho más liberal que el dogmático. El falsacionismo metodológico abre nuevos caminos para la crítica; muchas más teorías pueden ser calificadas como «científicas». Ya hemos visto que hay más teorías «observacionales» que teorías observacionales[62] y por eso hay más enunciados «básicos» que enunciados básicos[63]. Por otra parte, las teorías probabilísticas ahora se convierten en científicas; aunque no son falsables, fácilmente pueden convertirse en «*falsables*» mediante una *decisión adicional (de tercera clase)* que pueden adoptar los científicos al especificar ciertas reglas para el rechazo que convierten a la evidencia, estadísticamente interpretada, en «inconsistente» con la teoría probabilística[64].

---

la «falsación» metodológica indica una «necesidad urgente de sustituir una hipótesis falsada por otra mejor» (Popper, 1959a, p. 87, n. * 1). Esta es una excelente ilustración del proceso que describí en mi (1963-64), un proceso mediante el que la discusión crítica cambia el *problema* original sin cambiar necesariamente la *terminología* antigua. Los *cambios de significado* son subproductos de tales procesos. Para una discusión ulterior, cf. *abajo,* p. 53, n. 125, y p. 95, n. 242.

[61] El criterio de demarcación del falsacionista dogmático era: una teoría es «científica» si tiene una base empírica (*arriba,* pp. 27-28).

[62] *Arriba,* pp. 24-26.

[63] Por cierto, Popper en su (1934) no parece haber percibido esta cuestión claramente. Escribe: «Hay que admitir que es posible interpretar el concepto de *acontecimiento observable* en un sentido psicologista. Pero yo lo utilizo con un sentido tal que puede ser perfectamente sustituido por «un acontecimiento que involucra la posición y movimiento de cuerpos físicos macroscópicos» (1934, sección 28). Por ejemplo, y teniendo en cuenta nuestra discusión, podemos considerar a un positrón que pasa a través de una cámara de Wilson en el momento t_0 como un acontecimiento «observable» a pesar del carácter no macroscópico del positrón.

[64] Popper (1934), sección 68. Realmente este falsacionismo metodológico es la base filosófica de algunos de los desarrollos más interesantes de la estadística moderna. El enfoque Neyman-Pearson depende enteramente del falsacionismo metodológico. También cf. Braithwaite (1953), cap. VI. (Desgraciadamente Braithwaite reinterpreta el criterio de demarcación de Popper como si éste tratara de separar proposiciones significativas y no significativas en lugar de proposiciones científicas y no científicas).

Pero ni siquiera estas tres decisiones son suficientes para que podamos «falsar» una teoría incapaz de explicar nada «observable» sin la ayuda de una cláusula *ceteris-paribus*[65]. Ningún número finito de «observaciones» es suficiente para «falsar» una teoría tal. Sin embargo, si tal es el caso, ¿cómo se puede defender racionalmente una metodología que pretende «interpretar las leyes naturales o las teorías como... enunciados que son parcialmente decidibles; esto es, que, por razones lógicas, no son verificables, pero que, de modo asimétrico, son falsables...?»[66]. ¿Cómo podemos interpretar teorías del tipo de la dinámica y la gravitacional de Newton como «unilateralmente decidibles»?[67]. ¿Cómo podemos realizar en tales casos auténticos «esfuerzos para erradicar las teorías falsas, encontrar los puntos débiles de una teoría para rechazarla si resulta refutada por la contrastación?[68]. ¿Cómo podemos incluirlas en el ámbito de la discusión racional? El falsacionista metodológico soluciona el problema adoptando una *decisión* ulterior *(cuarta clase);* cuando contrasta una teoría junto con una cláusula *ceteris-paribus* y descubre que esta conjunción ha sido refutada, debe *decidir* si interpreta la refutación como una refutación de la teoría específica. Por ejemplo, puede aceptar el perihelio «anómalo» de Mercurio como una refutación de la triple conjunción (N_3) constituida por la teoría de Newton, las condiciones iniciales conocidas y la cláusula *ceteris-paribus*. Después, contrasta severamente las condiciones iniciales[69] y puede decidir relegarlas al «conocimiento fundamental no problemático». Esta decisión implica la refutación de la conjunción doble (N_2) constituida por la teoría de Newton y la cláusula *ceteris-paribus*. A continuación debe adoptar la decisión crucial: ¿relegará también la cláusula *ceteris-paribus* al terreno del «conocimiento fundamental no problemático»? Lo hará así si descubre que la cláusula *ceteris-paribus* está muy corroborada.

¿Cómo se puede contrastar con severidad una cláusula *ceteris-paribus?* Suponiendo que *existen* otros factores operantes, especificando tales factores y contrastando tales supuestos específicos. Si muchos de ellos quedan refutados, la cláusula *ceteris-paribus* se considerará como corroborada.

Con todo, la decisión de aceptar una cláusula *ceteris-paribus* es muy arriesgada dadas las consecuencias graves que implica. Si se

---

65 Cf. *arriba*, pp. 29-31.
66 Popper (1933).
67 Popper (1933).
68 Popper (1957b), p. 133.
69 Para una discusión de este concepto importante de la metodología popperiana, cf. MCE, cap. 8, pp. 244 y ss.

decide aceptarla como parte del conocimiento fundamental, los enunciados que describen el perihelio de Mercurio a partir de la base empírica de N_2 se convierten en la base empírica de la teoría específica de Newton, N_1, y lo que antes era una simple «anomalía» con relación a N_1 se convierte ahora en evidencia crucial contra ella, en su refutación. (Podemos llamar a un acontecimiento descrito por un enunciado A, una «anomalía con relación a una teoría T» si A es un falsador potencial de la conjunción de T y una cláusula *ceteris-paribus*, pero se convierte en un falsador potencial de T tras haber decidido relegar la cláusula *ceteris-paribus* al «conocimiento fundamental no problemático» [70]. Como, para nuestro falsacionista radical, las refutaciones son metodológicamente concluyentes [71], la terrible decisión equivale a la eliminación metodológica de la teoría de Newton convirtiendo en irracional cualquier trabajo ulterior en tal teoría. Si el científico se retrae de adoptar tales decisiones audaces, «nunca se beneficiará de la experiencia», «creyendo, tal vez, que su función es defender contra la crítica un sistema que ha tenido éxito, mientras no sea *concluyentemente refutado*» [72]. Degenerará hasta convertirse en un apologista siempre dispuesto a afirmar que «las discrepancias que parecen existir entre los resultados experimentales y la teoría sólo son aparentes y desaparecerán con el avance de nuestro conocimiento» [73]. Pero para el falsacionista esto es «todo lo contrario de la actitud crítica que es la adecuada para el científico» [74] y resulta intolerable. Utilizando una de las expresiones favoritas de los falsacionistas metodológicos: de la teoría «se debe conseguir que ofrezca su cuello».

El falsacionista metodológico está en un apuro serio cuando tiene que decidir dónde trazar la demarcación, aunque sólo sea en un contexto bien definido, entre lo que es problemático y lo que no lo es. El apuro se hace dramático cuando tiene que adoptar una decisión sobre las cláusulas *ceteris-paribus*, cuando tiene que promocionar a la categoría de «experimento crucial» uno entre cientos de «fenómenos anómalos» y decidir que, en tal caso, el experimento fue «controlado» [75].

---

70 Para una explicación «mejorada», cf. *abajo*, p. 97, n. 248.

71 Cf. *arriba*, p. 37, texto de las notas 57 y 58.

72 Popper (1934), sección 9.

73 *Ibid.*

74 *Ibid.*

75 El problema del «*experimento controlado*» puede decirse que no es sino el problema de disponer las condiciones experimentales de forma que se minimicen los riesgos involucrados en tales decisiones.

De este modo, con la ayuda de esta cuarta clase de decisión [76] nuestro falsacionista metodológico ha conseguido, al fin, interpretar como «científicas» incluso teorías como la de Newton [77].

Realmente no hay razón para que no dé un paso ulterior. ¿Por qué no decidir que una teoría a la que ni siquiera estas cuatro decisiones convierten en empíricamente refutable, queda refutada si entra en conflicto con otra teoría que es científica de acuerdo con algunos de los criterios previamente especificados, y que también ha sido bien corroborada? [78]. Después de todo, si rechazamos una teoría porque se considera cierto uno de sus falsadores potenciales, a la luz de una teoría observacional, ¿por qué no rechazar otra teoría por entrar en conflicto *directo* con una que puede ser relegada al conocimiento fundamental no problemático? Ello nos permitiría, mediante una *quinta clase de decisión,* eliminar incluso teorías «sintácticamente metafísicas», esto es, teorías que, como los enunciados «todos-algunos» o los puramente existenciales [79] no pueden tener falsadores potenciales espaciotemporalmente singulares, debido a su *forma lógica.*

Resumiendo: el falsacionista metodológico ofrece una interesante solución al problema de combinar la crítica incisiva con el falibilismo. No sólo ofrece una base filosófica para la falsación después de que el falibilismo ha minado el suelo sobre el que se asienta el falsacionista dogmático, sino que también amplía de forma muy considerable el terreno de juego de tal crítica. Al situar la falsación en un nuevo marco, salva el atractivo código de honor del falsacionista dog-

---

[76] Esta clase de decisión pertenece, en un sentido importante, a la misma categoría que la primera decisión: separa, por una decisión, el conocimiento problemático del no problemático. Cf. *arriba,* p. 35, texto de la nota 49.

[77] Nuestra exposición muestra claramente la complejidad de las decisiones requeridas para definir el contenido empírico de una teoría, esto es, el conjunto de sus falsadores potenciales. El contenido empírico depende de nuestra decisión sobre cuáles son nuestras teorías observacionales y qué anomalías han de ser promovidas a la categoría de contraejemplos. Si uno intenta comparar el contenido empírico de diferentes teorías científicas para ver cuál es «más científica», entonces uno se verá involucrado en un conjunto de decisiones enormemente complejo y por ello, enteramente arbitrario, sobre sus clases respectivas de «enunciados relativamente atómicos» y sus «campos de aplicación». [Sobre el significado de estos términos muy técnicos, cf. Popper (1934), sección 38.] Pero tal comparación sólo es posible cuando una teoría supera a otra [cf. Popper (1959a), p. 401, n. 7). Incluso entonces pueden existir dificultades (que sin embargo, no equivaldrían a la «inconmesurabilidad» irremediable).

[78] Esto fue sugerido por J. O. Wisdom: cf. su (1963).

[79] Por ejemplo, «todos los metales tienen un disolvente»; o «Existe una sustancia que puede convertir a todos los metales en oro». Para discusiones de tales teorías, cf. especialmente Watkins (1957) y Watkins (1960). Pero cf. *abajo,* pp. 59-61 y pp. 125-28.

mático, la idea de que la honestidad científica consiste en especificar, por adelantado, un experimento tal que, si el resultado contradice a la teoría, ésta ha de ser abandonada [80].

El falsacionismo metodológico representa un avance considerable con relación al falsacionismo dogmático y al convencionalismo conservador. Recomienda las decisiones arriesgadas. Pero los riesgos son tan grandes que se convierten en temerarios y uno se pregunta si no hay forma de aminorarlos.

En primer lugar examinemos con mayor precisión los riesgos involucrados.

Las *decisiones* desempeñan un papel crucial en esta metodología, como en cualquier variedad del convencionalismo. Sin embargo, las decisiones pueden extraviarnos de forma catastrófica. El falsacionista metodológico es el primero en admitir esto. Pero, según él, tal es el precio que debemos pagar por la posibilidad de progresar.

Debemos apreciar la actitud osada de nuestro falsacionista metodológico. Se siente como un héroe que, enfrentado a dos alternativas catastróficas, se atreve a reflexionar friamente sobre sus méritos relativos y adopta el mal menor. Una de las alternativas era el falibilismo escéptico, que es la actitud del «cualquier cosa funciona», el abandono desesperado de todos los criterios intelectuales y, por tanto, de la idea de progreso científico. Nada puede establecerse, nada puede rechazarse, nada puede ni siquiera comunicarse; el crecimiento de la ciencia es el crecimiento del caos, una auténtica Babel. Durante dos mil años los científicos y los filosóficos de orientación científica aceptaron ilusiones justificacionistas de alguna clase para escapar de esta pesadilla. Algunos argumentaron que *hay que optar entre el justificacionismo inductivista y el irracionalismo*: «No veo otra salida que la afirmación dogmática de que conocemos el principio inductivo u otro equivalente; la otra alternativa es tirar todo lo que la ciencia y el sentido común consideran como conocimiento» [81]. Nuestro falsacionista metodológico rechaza con orgullo tal escapismo; se atreve a afrontar todo el impacto del falibilismo escapando, sin embargo, del escepticismo mediante una política convencionalista atrevida, arriesgada y carente de dogmas. Conoce perfectamente los riesgos, pero insiste en que *hay que optar entre alguna clase de falsacionismo metodológico y el irracionalismo.* Ofrece un juego en el que tenemos pocas esperanzas de ganar, pero afirma que aún así es mejor participar en él que abandonarlo [82].

---

[80] Véase *arriba*, pp. 22-3.

[81] Russell (1943), p. 683.

[82] Estoy seguro de que algunos darán la bienvenida al falsacionismo metodológico como una filosofía de la ciencia «existencialista».

Realmente los críticos del falsacionismo ingenuo que no ofrecen un método de crítica alternativo son inevitablemente arrastrados hacia el irracionalismo. Por ejemplo, el confuso argumento de Neurath según el cual la falsación y la subsiguiente eliminación de una hipótesis puede haber sido «un obstáculo para el progreso de la ciencia» [83] carece de fuerza mientras la única alternativa ofrecida sea el caos. Sin duda Hempel tiene razón al insistir en que «la ciencia ofrece varios ejemplos (en los que) un conflicto entre una teoría muy confirmada y un resultado experimental recalcitrante ocasional puede ser resuelto rechazando el segundo en lugar de sacrificar a la primera» [84]; sin embargo, admite que no puede ofrecer otro «criterio fundamental» que no sea el del falsacionismo ingenuo [85]. Neurath y aparentemente Hempel, rechazan el falsacionismo como un pseudo-racionalismo [86], pero ¿dónde está el «racionalismo auténtico»? Popper ya advirtió en 1934 que la metodología permisiva de Neurath (o más bien, su falta de metodología) convertiría a la ciencia en a-empírica y, por tanto, en irracional: «Necesitamos un conjunto de reglas que limiten la arbitrariedad al "tachar" (o bien, al "aceptar") una sentencia protocolaria. Neurath no suministra tales reglas y por ello, sin pretenderlo, se deshace del empirismo... Todo sistema resulta ser defendible si cualquier persona tiene derecho (y según Neurath todos lo tienen) a "tachar" simplemente una sentencia protocolaria cuando ésta resulta inconveniente» [87]. Popper está de acuerdo con Neurath en que todas las proposiciones son falibles, pero con firmeza señala que no podemos progresar a menos que dispongamos de una sólida estrategia o método racional que nos guíe cuando entran en conflicto [88].

[83] Neurath (1935), p. 356.

[84] Hempel (1952), p. 621. Agassi en su (1966) sigue a Neurath y Hempel, especialmente en pp. 16 y ss. Es bastante divertido que Agassi, al mencionar este tema, piense que se está enfrentando con «toda la literatura relativa a los métodos de la ciencia».

Realmente muchos científicos conocían perfectamente las dificultades inherentes a la «confrontación de teoría y hechos». [Cf. Einstein, (1949), p. 27.] Varios filósofos simpatizantes del falsacionismo insistieron en que «el proceso de refutar una hipótesis científica es más complicado de lo que parece a primera vista» (Braithwaite, 1953, p. 20). Pero sólo Popper ofreció una solución racional y constructiva.

[85] Hempel (1952), p. 622. La interesante «tesis sobre la certeza empírica» de Hempel no hace sino reforzar los antiguos argumentos de Neurath y algunos de Popper (entiendo que en contra de Carnap); desgraciadamente no menciona ni a sus predecesores ni a sus adversarios.

[86] Neurath (1935).

[87] Popper (1934), sección 26.

[88] En Neurath (1935) se aprecia que nunca comprendió el sencillo argumento de Popper.

Pero ¿no es *demasiado sólida* la sólida estrategia de la clase de falsacionismo metodológico que hemos discutido? ¿No son *demasiado arbitrarias* las decisiones que propugna? Algunos podrían incluso afirmar que todo lo que distingue al falsacionismo metodológico del dogmático es que aquél *se muestra verbalmente cortés con el falibilismo.*

Normalmente es muy difícil criticar una teoría acerca de la crítica. El falsacionismo naturalista era relativamente fácil de refutar puesto que se apoyaba en una psicología empírica de la percepción de la que se podía mostrar que, simplemente, era *falsa.* Pero ¿cómo puede refutarse la falsación metodológica? Ningún desastre puede refutar nunca una teoría de la racionalidad no justificacionista. Además, ¿cómo reconocer los desastres epistemológicos? No tenemos medios para juzgar si aumenta o disminuye la verosimilitud de nuestras teorías sucesivas [89]. Por ahora no hemos desarrollado una teoría general de la crítica ni siquiera para las teorías científicas; mucho menos para las teorías de la racionalidad [90]; por ello, si queremos refutar al falsacionismo metodológico debemos hacerlo sin contar con una teoría sobre cómo hacerlo.

Si examinamos los detalles históricos de los experimentos cruciales más famosos, nos vemos obligados a concluir que o bien fueron aceptados como cruciales por motivos no racionales, o que su aceptación se fundamentó en principios de racionalidad radicalmente distintos de los que hemos examinado. En primer lugar nuestro falsacionista debe deplorar el hecho de que algunos teóricos obstinados a menudo se oponen a los veredictos experimentales y consiguen cambiarlos. En la concepción falsacionista de la «ley y el orden» científicos que hemos descrito, no hay lugar para tales apelaciones culminadas por el éxito. Hay dificultades adicionales que se originan en la falsación de teorías que incorporan una cláusula *ceteris-paribus* [91]. Su falsación, como se produce en la historia real, es *prima facie* irracional de acuerdo con los criterios de nuestro falsacionista. Según estos criterios los científicos a menudo parecen actuar con una len-

---

[89] Utilizo aquí «verosimilitud» en el sentido de Popper, esto es, como la diferencia entre el contenido de verdad y el contenido de falsedad de una teoría. Sobre los riesgos implicados en su estimación, cf. MCE, cap. 8, especialmente pp. 246 y ss.

[90] Intenté desarrollar una tal teoría general de la crítica en mi (1971a), (1971c) y en el capítulo 3.

[91] La falsación de las teorías depende del grado elevado de corroboración de la cláusula *ceteris paribus.* Sin embargo, a menudo no existe tal corroboración. Por ello el falsacionismo metodológico puede aconsejarnos que nos fiemos de nuestro «instinto científico» (Popper, 1934, sección 18) o de nuestros «impulsos» (Braithwaite, 1953, p. 20).

titud irracional; por ejemplo, transcurrieron ochenta y cinco años desde la aceptación del perihelio de Mercurio como anomalía y su aceptación como falsación de la teoría de Newton a pesar de que la cláusula *ceteris-paribus* estaba razonablemente bien corroborada. Por otra parte, en ciertas ocasiones los científicos parecen actuar con un apresuramiento irracional; por ejemplo, Galileo y sus discípulos aceptaron la mecánica celeste heliocéntrica de Copérnico a pesar de la abundante evidencia en contra de la rotación de la tierra; Bohr y sus discípulos aceptaron una teoría sobre la emisión de la luz a pesar de que contradecía a la teoría, bien corroborada, de Maxwell.

Realmente no es difícil apreciar al menos dos características cruciales que son comunes al falsacionista dogmático y al falsacionista metodológico y que claramente están en contradicción con la historia real de la ciencia: que 1) *una contrastación es, o se debe hacer que sea, una confrontación bilateral entre teoría y experimento, de modo que en el enfrentamiento final ellos son los únicos actores,* y 2) *que el único resultado interesante de tal confrontación es la falsación (concluyente): (los únicos) descubrimientos (auténticos) son refutaciones de hipótesis científicas»* [92]. Sin embargo, la historia de la ciencia sugiere que 1') las contrastaciones son, como mínimo, enfrentamientos trilaterales entre teorías rivales y experimentos, y 2') algunos de los experimentos más interesantes originan, *prima facie,* una confirmación en lugar de una falsación.

Pero si, como parece ser el caso, la historia de la ciencia no confirma nuestra teoría de la racionalidad científica, entonces tenemos dos alternativas. Una de ellas es abandonar los intentos de suministrar una explicación racional del éxito de la ciencia. El método científico (o «lógica de la investigación») concebido como la disciplina que trata de la evaluación racional de las teorías científicas (y de los criterios de progreso) se desvanece. Naturalmente es posible tratar de explicar los *cambios* de «paradigmas» en términos de la psicología social [93]. Eso es lo que hacen Polanyi y Kuhn. La otra alternativa es

---

[92] Agassi (1959) denomina a la idea de la ciencia popperiana la «*scientia negativa*» (Agassi, 1968).

[93] Debería mencionar aquí que al escéptico kuhniano aún le afecta lo que yo llamaría «*el dilema del escéptico científico*»; cualquier escéptico científico tratará de explicar los cambios de creencias y considerará su propia teoría psicológica como algo más que una simple creencia, como algo «científico», en algún sentido. Aunque Hume trató de mostrar que la ciencia no es sino un simple sistema de creencias con ayuda de su teoría del aprendizaje, que era del tipo «estímulo-respuesta», nunca se planteó el problema de si su teoría del aprendizaje también se aplica a su propia teoría del aprendizaje. En términos actuales nos podemos preguntar: ¿indica la popularidad de la filosofía de Kuhn que la gente reconoce su verdad? En tal caso quedaría refutada. O bien ¿in-

tratar de *reducir,* como mínimo, el elemento convencional del falsacionismo (posiblemente no es posible eliminarlo) y sustituir las versiones *ingenuas* del falsacionismo metodológico [caracterizadas por las tesis 1) y 2) descritas más arriba] por una versión sofisticada que ofrezca un nuevo *rationale* de la falsación y recupere así la metodología y la idea del progreso científico. Tal es el camino adoptado por Popper y el que yo intento seguir [94].

c) Falsacionismo metodológico ingenuo versus *sofisticado. Cambios progresivos y regresivos de las problemáticas*

El falsacionismo sofisticado difiere del ingenuo tanto en sus reglas de *aceptación* (o «criterio de demarcación») como en sus reglas de *falsación* o eliminación.

Para el falsacionista ingenuo cualquier teoría que pueda interpretarse como experimentalmente falsable es «aceptable» o «científica» [95]. Para el falsacionista sofisticado una teoría es «aceptable» o «científica» sólo si tiene un exceso de contenido empírico corroborado con relación a su predecesora (o rival); esto es, sólo si conduce al descubrimiento de hechos nuevos. Esta condición puede descomponerse en dos apartados: que la nueva teoría tenga exceso de contenido empírico («*aceptabilidad*$_1$») y que una parte de ese exceso de contenido resulte verificado («*aceptabilidad*$_2$»). El primer requisito puede confirmarse inmediatamente [96] mediante un análisis lógico *a priori;* el segundo sólo puede contrastarse empíricamente y ello puede requerir un tiempo indefinido.

Para el falsacionista ingenuo una teoría es *falsada* por un enunciado observacional («reforzado») [97] que entra en conflicto con ella (o que decide interpretar como si entrara en conflicto con ella). Para el falsacionista sofisticado una teoría científica T queda falsada si y sólo si otra teoría T' ha sido propuesta y tiene las siguientes características: 1) T' tiene un exceso de contenido empírico con relación a T; esto es, predice hechos *nuevos,* improbables o incluso excluidos por T [98]; 2) T' explica el éxito previo de T; esto es, todo el conte-

---

dica tal popularidad que la gente la considera como un planteamiento nuevo y atractivo? En ese caso sería verificada. Pero ¿le agradaría a Kuhn tal «verificación»?

[94] Feyerabend, quien probablemente contribuyó más que nadie a la difusión de las ideas de Popper, parece que ahora se ha pasado al bando enemigo. Cf. su misterioso (1970b).

[95] Cf. *arriba,* pp. 37-38.

[96] Pero cf. *abajo,* pp. 93-94.

[97] Cf. *arriba,* p. 36, texto de n. 53.

[98] Uso «predicción» en un sentido amplio que incluye la «retrodicción».

nido no refutado de T está incluido (dentro de los límites del error observacional) en el contenido de T', y 3) una parte del exceso de contenido de T' resulta corroborado [99].

Para evaluar estas definiciones debemos comprender nuestro problema original y sus consecuencias. En primer lugar debemos recordar el descubrimiento metodológico de los convencionalistas según el cual ningún resultado experimental es capaz de matar a una teoría; cualquier teoría puede ser salvada de los contraejemplos bien mediante algunas hipótesis auxiliares o mediante las adecuadas reinterpretaciones de sus términos. Los falsacionistas ingenuos solucionaron este problema relegando (en los contextos cruciales) las hipótesis auxiliares al terreno del conocimiento fundamental no problemático, eliminándolas del modelo deductivo correspondiente a la contrastación, y condenando, por tanto, a la teoría elegida al aislamiento lógico, una posición en la que tal teoría se convierte en el blanco pasivo de los ataques de los experimentos contrastadores. Pero puesto que este procedimiento no suministra una guía adecuada para realizar una reconstrucción racional de la historia de la ciencia, parece conveniente que reflexionemos sobre nuestras nociones. ¿Por qué buscar la falsación a cualquier precio? Por otra parte, ¿por qué no imponer ciertas reglas sobre los ajustes teóricos mediante los que se permite salvar a una teoría? Realmente algunas reglas de ese tipo han sido conocidas desde hace siglos y las podemos encontrar expresadas en las cuchufletas antiguas contra las explicaciones *ad hoc*, las farragosidades sin contenido o los trucos lingüísticos autodefensivos [100]. Ya hemos visto que Duhem bosquejó tales reglas en términos de «simplicidad» y «ponderación» [101]. Pero ¿cuándo sucede que la falta de *simplicidad* del cinturón protector de ajustes teóricos alcanza el punto en que la teoría *debe* ser abandonada? [102] Por ejem-

---

[99] *Para una discusión detallada de estas reglas de aceptación y rechazo, y referencias a la obra de Popper,* cf. MCE, cap. 8, pp. 228-43. Sobre algunas cualificaciones (relativas a la continuidad y a la consistencia como principios reguladores), cf. *abajo,* pp. 64-66 y 75-82.

[100] Molière, por ejemplo, ridiculizó a los doctores de su *Malade Imaginaire* que, interrogados sobre las razones por las que el opio produce sueño, responden que ello se debe a su *virtus dormitiva.* Se puede defender incluso que la famosa afirmación de Newton *hypotheses non fingo* realmente se dirigía contra las explicaciones *ad hoc* (como su propia explicación de las fuerzas gravitacionales mediante un modelo de éter diseñado para responder a las objeciones cartesianas).

[101] Cf. *arriba,* pp. 32-33.

[102] Por cierto, Duhem estaba de acuerdo con Bernard en que los experimentos exclusivamente (sin el auxilio de consideraciones relativas a la simplicidad) pueden decidir el destino de las teorías de la Fisiología. Pero defendió que ello no es posible en la Física (1905, cap. VI, sección 1).

plo, en qué sentido era la teoría copernicana más simple que la de Tolomeo?[103]. La confusa noción de «simplicidad» de Duhem hace que la decisión dependa de los gustos y las modas, como el falsacionista ingenuo argumentó correctamente[104].

¿Es posible mejorar las nociones de Duhem? Popper lo hizo. Su solución (una versión sofisticada del falsacionismo metodológico) es más objetiva y más rigurosa. Popper conviene con los convencionalistas en que las teorías y las proposiciones fácticas siempre pueden ser reconciliadas con la ayuda de hipótesis auxiliares; conviene que el problema es cómo diferenciar los *ajustes* científicos de los pseudocientíficos, los cambios de teoría racionales de los irracionales. Según Popper el salvar a una teoría con ayuda de hipótesis auxiliares que satisfacen ciertas condiciones bien definidas, representa un progreso científico; pero el salvar a una teoría con ayuda de hipótesis auxiliares que no las satisfacen, representa una degeneración. Popper denomina a tales hipótesis auxiliares, inadmisibles «hipótesis *ad hoc*», simples cambios lingüísticos, «estratagemas convencionalistas»[105]. Pero entonces cualquier teoría científica debe ser evaluada en conjunción con sus hipótesis auxiliares, condiciones iniciales, etc., y, especialmente, en unión de sus predecesoras, de forma que se pueda apreciar la clase de *cambio* que la originó. Por lo tanto, lo que evaluamos es una *serie de teorías* y no las *teorías* aisladas.

Ahora podemos entender con facilidad la razón por la que formulamos los criterios de aceptación y rechazo del falsacionismo metodológico sofisticado en la forma en que lo hicimos[106]. Con todo, puede resultar interesante el reformularlos ligeramente, expresándolos explícitamente en términos de *series de teorías.*

Tomemos una serie de teorías T_1, T_2, T_3... en la que cada teoría se obtiene añadiendo clásulas auxiliares, o mediante reinterpretaciones semánticas de la teoría previa con objeto de acomodar alguna anomalía, y de forma que cada teoría tenga, al menos, tanto contenido como el contenido no refutado de sus predecesoras. Digamos que una serie tal de teorías es *teóricamente progresiva (o que «cons-*

---

103 Koestler señala correctamente que fue Galileo quien creó el mito de que la teoría copernicana era sencilla (Koestler, 1959, p. 476); en realidad «el movimiento de la tierra no había sido muy eficaz para simplificar las viejas teorías, porque aunque los discutibles ecuantes habían desaparecido, el sistema aún estaba repleto de círculos auxiliares» (Dreyer, 1906, cap. XIII).

104 Cf. *arriba*, p. 34.

105 Popper (1934), secciones 19 y 20. He discutido con algún grado de detalle (bajo los títulos «Exclusión de anormalidades», «Exclusión de excepciones» y «Reajuste de anormalidades») estas estratagemas tal como aparecen en las matemáticas informales, cuasiempíricas; cf. mi (1963-64).

106 Cf. *arriba*, p. 45.

tituye un cambio de problemática teóricamente progresivo») si cada nueva teoría tiene algún exceso de contenido empírico con respecto a su predecesora; esto es, si predice algún hecho nuevo e inesperado hasta entonces. Digamos que una serie de teorías teóricamente progresiva es también *empíricamente progresiva (o que «constituye un cambio de problemática empíricamente progresivo»)* si una parte de este exceso de contenido empírico resulta, además, corroborado; esto es, si cada nueva teoría nos conduce al descubrimiento real de algún *hecho nuevo*[107]. Por fin, llamaremos *progresivo* a un cambio de problemática si es progresivo teórica y empíricamente, y *regresivo* si no lo es[108]. «Aceptamos» los cambios de problemáticas como científicos, sólo si, por lo menos, son teóricamente progresivos; si no lo son, los *rechazamos* como pseudocientíficos. El progreso se mide por el grado en que un cambio de problemática es progresivo, por la medida en que la serie de teorías origina descubrimientos de hechos nuevos. Consideramos «falsada» a una teoría de la serie cuando ha sido superada por una teoría con mayor contenido corroborado[109].

Esta diferenciación entre cambios de problemática progresivos y regresivos arroja nuevas luces sobre la evaluación de las *explicaciones científicas, o más bien, progresivas.* Si desarrollamos una teoría para resolver una contradicción entre una teoría previa y un contraejemplo, de forma tal que la nueva teoría en lugar de ofrecer una explicación incrementadora de contenido (científica), sólo ofrece una *reinterpretación* (lingüística) que disminuye tal contenido, la contradicción queda resuelta sólo de una forma semántica y acientífica. *Un hecho dado se explica científicamente sólo cuando otro hecho nuevo queda explicado además del primero*[110].

---

107 Si ya conozco P_1: «el cisne A es blanco», P_ω: «Todos los cisnes son blancos» no representa progreso alguno porque sólo puede conducir al descubrimiento de hechos adicionales similares tales como P_2: «El cisne B es blanco». Las llamadas «generalizaciones empíricas» no constituyen progreso alguno. Un hecho *nuevo* debe ser improbable o incluso imposible a la luz del conocimiento previo. Cf. *arriba,* p. 45, y *abajo,* pp. 92 y ss.

108 La adecuación del término «cambio de problemática» aplicado a una serie de teorías y no a una serie de problemas, puede ponerse en duda. Lo adopté, parcialmente, porque no encontré una alternativa más adecuada [«cambio de teoría» («theoryshift») suena muy mal] y parcialmente porque las teorías son siempre problemáticas y nunca solucionan todos los problemas que tratan de solucionar. En todo caso, y en la segunda mitad del artículo, la expresión más natural «programa de investigación» sustituirá a «cambio de problemática» en los contextos más relevantes.

109 Sobre la falsación de series de teorías (o «programas de investigación») por oposición a la falsación de una teoría de la serie, cf. *abajo,* pp. 92 y ss.

110 Realmente en el manuscrito original de MCE, cap. 8, yo escribí: «Una teoría sin exceso de corroboración carece de exceso de poder explicativo; *por*

El falsacionismo sofisticado transforma así el problema de cómo evaluar las teorías en el problema de cómo evaluar las *series de teorías*. Se puede decir que es científica o no científica una serie de teorías, y no una teoría aislada: aplicar el término «científica» a una teoría *única* equivale a equivocar las categorías [111].

Durante mucho tiempo el requisito empírico de una teoría satisfactoria era la correspondencia con los hechos observados. Nuestro requisito empírico, para una serie de teorías, es que produzca nuevos hechos. *La idea de crecimiento y la noción de carácter empírico quedan soldadas en una.*

Esta versión revisada del falsacionismo metodológico tiene muchos rasgos nuevos. En primer lugar, niega que «en el caso de una teoría científica nuestra decisión dependa de los resultados de los experimentos. Si éstos confirman la teoría podemos aceptarla hasta que encontremos una mejor. Si la contradicen, la rechazamos» [112]. Niega que «lo que en último término decide el destino de una teoría es el resultado de una contrastación; esto es, un acuerdo sobre enunciados básicos» [113]. En contra del falsacionismo ingenuo, *ningún experimento, informe experimental, enunciado observacional o hipótesis falsadora de bajo nivel bien corroborada puede originar por sí mismo la falsación* [114]. *No hay falsación sin la emergencia de una teoría mejor* [115]. Pero entonces se desvanece el carácter claramente nega-

ello, y según Popper, no representa crecimiento alguno y no es «científica»; por tanto deberíamos decir que carece de poder explicativo» (p. 239). Suprimí la mitad de la frase subrayada a petición de mis colegas que entendieron que sonaba demasiado extraño. Ahora siento haberlo hecho.

111 El hecho de que Popper no distinguiera entre «teorías» y «series de teorías» le impidió tener un acceso afortunado a las ideas básicas del falsacionismo sofisticado. Su ambigua terminología originó muchas formulaciones confusas tales como «el marxismo (como núcleo central de una serie de teorías o de un "programa de investigación") es irrefutable» y, al mismo tiempo, «el marxismo (como una conjunción particular de tal núcleo central con algunas hipótesis auxiliares específicas, condiciones iniciales y una cláusula *ceteris-paribus*) ha sido refutado» (cf. Popper, 1963a).

Por supuesto no hay nada equivocado en decir que una teoría individual, aislada, es «científica» si representa un progreso con relación a su predecesora, mientras se comprenda con claridad que en esta formulación evaluamos la teoría en el contexto y como resultado de un desarrollo histórico particular.

112 Popper (1945), vol. II, p. 233. La actitud más sofisticada de Popper se refleja en la observación «las consecuencias concretas y prácticas pueden ser contrastadas de forma más directa mediante los experimentos» (*Ibid.*, subrayado añadido).

113 Popper (1934), sección 30.

114 Sobre el carácter *pragmático* de la «falsación» metodológica, cf. *arriba*, p. 37, n. 60.

115 «En la mayoría de los casos antes de refutar una hipótesis tenemos otra en la reserva» (Popper, 1959a, p. 87, n. * 1). Pero como demuestra nuestra ar-

tivo del falsacionismo ingenuo; la crítica se hace más difícil pero también positiva, constructiva. Naturalmente, si la falsación depende de la aparición de teorías mejores, de la invención de teorías que anticipen hechos nuevos, entonces la falsación *no* es simplemente una relación entre una teoría y la base empírica, sino una relación múltiple entre teorías rivales, la «base empírica» original y el crecimiento empírico que tiene su origen en la confrontación. Puede decirse, por tanto, que la falsación tiene un «*carácter histórico*» [116]. Más aún, algunas de las teorías que originan falsaciones, a menudo son propuestas *después* de la «contraevidencia». Esto puede sonar paradójico a aquellos adoctrinados en el falsacionismo ingenuo. Realmente esta teoría epistemológica de la relación entre teoría y experimento difiere rotundamente de la teoría epistemológica del falsacionismo ingenuo. El mismo término «contraevidencia» debe ser abandonado en el sentido de que ningún resultado experimental debe ser interpretado directamente como «contraevidencia». Si, con todo, deseamos retener este venerable término tenemos que redefinirlo del siguiente modo: «contraevidencia de T_1» es un caso de corroboración de T_2 que o bien es inconsistente con o independiente de T_1 (a condición de que T_2 sea una teoría que explique satisfactoriamente el éxito empírico de T_1). Esto muestra que la «*contraevidencia crucial*» o los «*experimentos cruciales*» sólo pueden reconocerse como tales entre la plétora de anomalías, *retrospectivamente,* a la luz de alguna teoría superadora [117].

Por tanto, el elemento crucial en la falsación es si la *nueva teoría* ofrece alguna información nueva comparada con su predecesora y si una parte de este exceso de información está corroborado. Los jus-

---

gumentación *es necesario* que tengamos otra. Como dice Feyerabend: «La mejor crítica la suministran aquellas teorías que pueden sustituir a las rivales que han destruido» (1965, p. 227). Señala que en *algunos* casos «las alternativas serán enteramente indispensables para conseguir la refutación» (*ibid.,* p. 254). Pero según nuestro argumento *la refutación sin una alternativa no muestra sino la pobreza de nuestra imaginación para suministrar una hipótesis salvadora.* También cf. *abajo,* p. 52, n. 121.

116 Cf. MCE, cap. 8, pp. 239 y ss.

117 Según la visión miope del falsacionismo ingenuo, las teorías nuevas que sustituyen a las antiguas y refutadas, nacen sin estar refutadas. Por ello estos autores no creen que exista una diferencia relevante entre las anomalías y la contraevidencia crucial. Para ellos la anomalía es un eufemismo poco honesto para referirse a la contraevidencia. Pero en la historia real las nuevas teorías nacen refutadas: heredan muchas anomalías de la teoría antigua. Además es frecuente que sea *exclusivamente* la nueva teoría la que prediga el hecho que constituirá la contraevidencia crucial contra su predecesora, mientras que las anomalías «viejas» puede que subsistan como anomalías «nuevas».

Todo esto se aclarará cuando introduzcamos la noción de «programa de investigación»: cf. *abajo,* p. 69 y pp. 118 y ss.

tificacionistas valoraban las instancias «confirmadoras» de una teoría; los falsacionistas ingenuos insistían en las instancias «refutadoras»; para los falsacionistas metodológicos son los casos corroboradores (bastantes escasos) del exceso de información los que resultan cruciales y reciben toda la atención. Ya no estamos interesados en los miles de casos triviales de verificación ni en los cientos de anomalías claramente disponibles: lo decisivo son los pocos y cruciales *casos de verificación del exceso*[118]. Esta consideración rehabilita y reinterpreta el viejo proverbio: *Exemplum docet, exempla obscurant.*

La «falsación» en el sentido del falsacionismo ingenuo (contraevidencia corroborada) no es una condición *suficiente* para eliminar una teoría específica; a pesar de los cientos de anomalías conocidas no la consideramos como falsada (esto es, eliminada) hasta que no tengamos otra mejor[119]. Tampoco es la «falsación» en el sentido ingenuo, necesaria para la falsación en el sentido sofisticado; un cambio de problemática progresivo no tiene por qué estar sembrado de refutaciones. La ciencia puede crecer sin que ninguna refutación indique el camino. Los falsacionistas ingenuos sugieren un crecimiento lineal de la ciencia, en el sentido de que las teorías son seguidas de refutaciones poderosas que las eliminan, y tales refutaciones, a su vez, son seguidas por nuevas teorías[120]. Es perfectamente posible que se propongan teorías «progresivamente» en una sucesión tan rápida que la refutación de la teoría n sólo aparezca como una corroboración de la (n + 1). Lo que suscita la actividad científica febril es la proliferación de teorías en lugar de los contraejemplos o anomalías.

Esto prueba que la consigna «*proliferación de teorías*» es mucho más importante para el falsacionista sofisticado que para el ingenuo. Para el falsacionista ingenuo la ciencia crece mediante repetidas eliminaciones experimentales de las teorías; las nuevas teorías rivales propuestas antes de tales eliminaciones pueden acelerar el crecimiento pero no son absolutamente necesarias[121]; la proliferación constante

[118] *El falsacionismo sofisticado origina una nueva teoría del aprendizaje; cf. abajo,* pp. 54.

[119] Es claro que la teoría T' puede tener un exceso de contenido empírico corroborado con relación a otra teoría T incluso si ambas T y T' están refutadas. El contenido empírico nada tiene que ver con la verdad o la falsedad. Los contenidos corroborados también pueden ser comparados con independencia del contenido refutado. De este modo se aprecia la racionalidad de eliminar la teoría de Newton en favor de la de Einstein aun cuando puede decirse que la teoría de Einstein nació «refutada» como la de Newton. Debemos recordar que «confirmación cualitativa» es un eufemismo de «disconfirmación cuantitativa». Cf. vol. 2, MCE, pp. 238-39.

[120] Cf. Popper (1934), sección 85, p. 279 de la traducción inglesa (1959).

[121] Es cierto que a una cierta clase de *proliferación de teorías rivales* se le permite desempeñar una función accidental heurística en la falsación. En muchos

de teorías es opcional y no obligatoria. Para el falsacionista sofisticado la proliferación de teorías no puede esperar a que las teorías aceptadas sean «refutadas» (o hasta que sus defensores entren en una crisis de confianza kuhniana) [122]. Mientras que el falsacionista ingenuo insiste en «la urgencia de sustituir una hipótesis falsada por otra mejor» [123], el falsacionista sofisticado reitera la urgencia de sustituir *cualquier* hipótesis por otra mejor. La falsación no puede «forzar al teórico a buscar una teoría mejor» [124] simplemente porque la falsación no puede preceder a la teoría mejor.

El cambio de problemática desde falsacionismo ingenuo al sofisticado involucra una dificultad semántica. Para el falsacionista ingenuo una «refutación» es un resultado experimental que, en virtud de sus decisiones, se hace que entre en conflicto con la teoría objeto de contrastación. Pero, según el falsacionismo sofisticado, no se deben adoptar tales decisiones antes de que el supuesto «caso refutador» no se haya convertido en el ejemplo confirmador de otra teoría mejor. Por ello, siempre que vemos términos como «refutación», «falsación», «contraejemplo» debemos confirmar en cada caso si tales términos se aplican mediante decisiones adoptadas por el falsacionista ingenuo o sofisticado [125].

El falsacionismo metodológico sofisticado ofrece nuevos criterios de honestidad intelectual. La honestidad justificacionista exigía la aceptación exclusiva de lo que había sido probado y el rechazo de

---

casos la falsación, heurísticamente, «depende de (la condición) de que exista un número suficiente de teorías suficientemente distintas» (Popper, 1940). Por ejemplo, puede que tengamos una teoría T aparentemente no refutada. Pero puede suceder que una nueva teoría T', inconsistente con T, sea propuesta y que se corresponda igualmente con los hechos disponibles; las diferencias son más reducidas que los márgenes de error observacional. En tales casos la inconsistencia nos impulsa a mejorar nuestras «técnicas experimentales» refinando así la «base empírica» de modo que T o T' (o ambas) puedan ser refutadas: «Necesitamos (una) nueva teoría para descubrir en dónde la teoría antigua era deficiente» (Popper, 1963a, p. 246). Pero la función de esta proliferación es *accidental* en el sentido de que una vez refinada la base empírica, la lucha se establece entre esta base empírica refinada y la teoría T que se contrasta; la teoría rival T' actuó solamente como un *catalizador*. (También cf. *arriba,* p. 50, n. 115.)

[122] También cf. Feyerabend (1965), pp. 254-55.

[123] Popper (1959a), p. 87, n. * 1.

[124] Popper (1934), sección 30.

[125] Cf. también *arriba,* p. 37, n. 60. Posiblemente en el futuro sería mejor abandonar completamente estos términos del mismo modo que hemos abandonado términos como «prueba inductiva (o experimental)». Podemos llamar anomalías a las «refutaciones» (ingenuas) y teorías «superadas» a las teorías (sofisticadamente) falsadas. Nuestro lenguaje «ordinario» está repleto de dogmatismo «inductivista» y también de dogmatismo falsacionista. Procede realizar una reforma.

todo aquello carente de prueba. La honestidad neojustificacionista pedía que se especificara la probabilidad de cualquier hipótesis teniendo en cuenta la evidencia empírica disponible. La honestidad del falsacionismo ingenuo requería la contrastación de lo falsable y el rechazo de lo no falsable y de lo falsado. Por fin, la honestidad del falsacionismo sofisticado pide que se intenten ver las cosas desde diferentes puntos de vista, que se propongan otras teorías que anticipen hechos nuevos y que se rechacen las teorías que han sido superadas por otras más poderosas.

El falsacionismo metodológico sofisticado combina varias tradiciones diferentes. Hereda de los empiristas la determinación de aprender, fundamentalmente, de la experiencia. De los kantianos adopta el enfoque activista de la teoría del conocimiento. De los convencionalistas han aprendido la importancia de las decisiones en metodología.

Me gustaría insistir aquí en un rasgo distintivo adicional del empirismo metodológico sofisticado: la función crucial del exceso de corroboración. Para el inductivista aprender acerca de una nueva teoría es aprender cuánta evidencia confirmadora la apoya; nada se *aprende* de las teorías refutadas (después de todo, aprender es acumular *conocimiento* probado o probable). Para el falsacionista dogmático aprender acerca de una teoría es aprender si está refutada o no; nada se aprende de las teorías confirmadas (nada puede ser probado ni convertido en probable); acerca de las teorías refutadas se aprende que han sido probadas falsas [126]. Para el falsacionista sofisticado aprender acerca de una teoría es fundamentalmente aprender qué nuevos hechos anticipó; realmente para la clase de empirismo popperiano que defiendo, la única evidencia relevante es la evidencia anticipada por una teoría, y *el carácter empírico (o carácter científico) y el progreso teórico están inseparablemente relacionados* [127].

Esta idea no es enteramente nueva. Leibnitz, por ejemplo, en su famosa carta a Conring, de 1678, escribió: «Constituye gran virtud en una hipótesis (próxima a ser verdad probada) el que gracias a ella puedan realizarse predicciones incluso acerca de fenómenos y experimentos nunca ensayados» [128]. La noción de Leibnitz fue ampliamen-

126 Para una defensa de esta teoría del «aprendizaje por la experiencia», cf. Agassi (1969).

127 *Estas observaciones muestran que «aprender de la experiencia» es una idea normativa; por ello, todas las teorías puramente «empíricas» sobre el aprendizaje eluden la médula del problema.*

128 Cf. Leibnitz (1678). La expresión entre paréntesis muestra que Leibnitz consideraba este criterio como un segundo óptimo y que entendía que las teo-

te aceptada por los científicos. Pero puesto que, con anterioridad a Popper, la evaluación de una teoría científica equivalía a evaluar su grado de justificación, algunos lógicos consideraron que esta postura era insostenible. Mill, por ejemplo, en 1843 afirma horrorizado que «parece pensarse que una hipótesis... tiene derecho a una recepción más favorable si, además de explicar todos los hechos previamente conocidos, lleva a la anticipación y predicción de otros que posteriormente son verificados por la experiencia» [129]. Mill daba en el blanco: esta evaluación entraba en conflicto tanto con el justificacionismo como con el probabilismo. ¿Por qué un acontecimiento tiene superior poder probatorio si ha sido anticipado por una teoría, que si ya era conocido con anterioridad? Mientras la *prueba* fuera el único criterio para establecer el carácter científico de una teoría, la regla de Leibnitz sólo podía ser considerada como irrelevante [130]. Además, la *probabilidad* de una teoría a la luz de cierta evidencia no puede resultar afectada, como Keynes señaló, por el *período temporal* en que se consiguió tal evidencia; la probabilidad de una teoría, supuesta cierta evidencia, sólo puede depender de la teoría y de la evidencia [131] y no del hecho de que la evidencia se obtuviera antes o después de la teoría.

A pesar de esta convincente crítica justificacionista algunos de los mejores científicos retuvieron el criterio porque formulaba su profundo disgusto ante las explicaciones puramente *ad hoc* que «aunque realmente expresan los hechos (que tratan de explicar) no están apoyadas por ningún otro fenómeno» [132].

Popper fue el primero que reconoció que la inconsistencia aparente entre, por una parte, los escasos, aislados y casuales comentarios en contra de las hipótesis *ad hoc,* y, por otra, el enorme edificio de la filosofía justificacionista, debía ser resuelta demoliendo el justificacionismo e introduciendo nuevos criterios no justificacionistas y contrarios a la condición *ad hoc,* para evaluar las teorías científicas.

---

rías mejores son aquellas que están probadas. Por tanto, la posición de Leibnitz (como la de Whewell) está muy lejos del auténtico falsacionismo sofisticado.

129 Mill (1843), vol. II, p. 23.

130 Este fue el argumento de J. S. Mill (*ibid.*). Lo empleó contra Whewell, quien entendía que «la adecuación de inducciones» o predicciones acertadas de acontecimientos improbables *verifica* (esto es, *prueba*) una teoría. (Whewell, 1858, pp. 95-6). Sin duda *el error básico de la filosofía de la ciencia de Whewell y de la de Duhem es la ausencia de una distinción entre poder predictivo y verdad probada. Popper separó ambos conceptos.*

131 Keynes (1921), p. 305. Pero cf. MCE, cap. 8, p. 246.

132 Este es el comentario crítico de Whewell sobre las hipótesis auxiliares *ad hoc* de la teoría de la luz newtoniana (Whewell, 1858, vol. II, p. 317).

Consideremos algunos ejemplos. La teoría de Einstein no es mejor que la de Newton *porque* la de Newton haya sido refutada y la de Einstein no lo haya sido: existen muchas «anomalías» conocidas de la teoría einsteiniana. La teoría de Einstein es mejor que (esto es, representa un progreso comparada con) la teoría de Newton *de 1916* (la ley de la dinámica de Newton, la ley de gravitación, el conjunto conocido de condiciones iniciales, «menos» la lista de anomalías conocidas tales como el perihelio de Mercurio) *porque* explicaba todo aquello que la teoría de Newton había explicado con éxito y, en cierta medida, algunas anomalías conocidas, y, además, prohibía ciertos acontecimientos como la transmisión de la luz en línea recta en la proximidad de grandes masas sobre los que la teoría de Newton nada afirmaba, pero que habían sido permitidos por otras teorías científicas bien corroboradas de la época; más aún, *por lo menos una parte* del inesperado exceso de contenido de la teoría de Einstein fue *corroborado* de hecho (por ejemplo, mediante los experimentos de los eclipses).

Por otra parte, según estos criterios sofisticados la teoría de Galileo, según la cual el movimiento natural de los objetos terrestres era circular, no introducía ninguna mejora porque no prohibía ningún acontecimiento que no hubiera sido prohibido por las teorías relevantes que él trataba de superar (esto es, por la física aristotélica y por la cinemática celeste copernicana). Por ello esta teoría era *ad hoc* y, por ello, carente de valor (desde un punto de vista heurístico)[133].

Un ejemplo precioso de teoría que sólo satisface la primera parte del criterio popperiano de progreso (exceso de contenido) pero no la segunda parte (exceso de contenido corroborado) fue ofrecido por el mismo Popper: la teoría de Bohr-Kramers-Slater de 1924. *Todas* las predicciones nuevas de esta teoría fueron refutadas[134].

Consideremos, finalmente, cuánto convencionalismo sobrevive en el falsacionismo sofisticado. Ciertamente, menos que en el falsacionismo ingenuo. Necesitamos un número *menor* de decisiones metodológicas. La «*cuarta clase de decisión*», que era esencial para la versión ingenua[135], ahora resulta completamente redundante. Para apreciar esto nos basta con entender que si una teoría científica con-

---

[133] En la terminología de mi (1968b) esta teoría era *ad hoc*$_1$ (cf. MCE, cap. 8, n. 1); originalmente el ejemplo me lo sugirió Paul Feyerabend como un paradigma de teoría valiosa *ad hoc*. Pero cf. *abajo*, p. 77, especialmente n. 191.

[134] En la terminología de mi (1968b) esta teoría no era *ad hoc*$_1$ sino *ad hoc*$_2$ (cf. MCE, cap. 8, p. 242, n. 182). Para una ilustración sencilla pero artificial, consúltese *ibid.*, p. 179, n. 1. (Sobre *ad hoc*$_3$, cf. *abajo*, p. 117, n. 320.)

[135] Cf. *arriba*, pp. 39-40.

sistente en algunas «leyes de la naturaleza», ciertas condiciones iniciales, y teorías auxiliares (pero sin una cláusula *ceteris paribus*) entra en conflicto con algunas proposiciones fácticas, no es necesario decidir qué parte (explícita u «oculta») debemos sustituir. Podemos ensayar la sustitución de *cualquier* parte y sólo cuando hayamos logrado una explicación de la anomalía con la ayuda de algún cambio acrecentador del contenido (o hipótesis auxiliar) y la naturaleza lo corrobore, procederemos a eliminar el conjunto «refutado». Por tanto, la falsación sofisticada es un procedimiento más lento pero posiblemente más seguro que la falsación ingenua.

Consideremos un ejemplo. Supongamos que el curso de un planeta difiere del curso anticipado. Algunos concluyen que esto refuta la teoría dinámica y gravitacional aplicada; las condiciones iniciales y la cláusula *ceteris paribus* han sido brillantemente corroboradas. Otros concluyen que esto refuta las condiciones iniciales utilizadas en los cálculos: la teoría dinámica y gravitacional ha sido magistralmente corroborada en los últimos doscientos años y resultaron ser erróneas todas las sugerencias relativas a la actuación de otros factores. Otros, sin embargo, concluyen que la situación refuta el supuesto subyacente de que no operaban otros factores excepto aquellos que se tenían en cuenta: tal vez estas personas están influidas por el principio metafísico de que cualquier explicación es sólo aproximada debido a la complejidad infinita de los factores involucrados en la determinación de cualquier acontecimiento individual. ¿Debemos encomiar a los primeros por ser «críticos», regañar a los segundos por mostrarse «interesados» y condenar a los terceros como «apologistas»? No. No necesitamos extraer ninguna conclusión sobre tal «refutación». Nunca rechazamos una teoría específica por medio de un simple *fiat*. Si nos enfrentamos con una inconsistencia como la mencionada no es necesario decidir qué ingredientes de la teoría consideraremos como problemáticos y cuales como no problemáticos; estimamos que todos los ingredientes son problemáticos a la luz del conflictivo y aceptado enunciado básico e intentamos sustituir todos ellos. Si tenemos éxito y sustituimos algún ingrediente de modo «progresivo» (esto es, de modo que el sustituto tenga más contenido empírico corroborado que el original) decimos que ha sido «falsado».

Tampoco necesitamos la *quinta clase de decisión* del falsacionista ingenuo [136]. Para apreciar esta cuestión examinemos de nuevo el problema de la evaluación de las teorías (sintácticamente) metafísicas, y el de su retención y eliminación. La solución «sofisticada» es obvia. Retenemos una teoría sintácticamente metafísica mientras los

[136] Cf. *arriba*, pp. 41-42.

casos problemáticos puedan explicarse mediante cambios acrecentadores de contenido en las hipótesis auxiliares anejas a la misma [137]. Tomemos, por ejemplo, la metafísica cartesiana C: «en *todos* los procesos naturales *hay* un mecanismo de relojería regulado por principios animadores *a priori*». Esto es sintácticamente irrefutable; no puede entrar en conflicto con ningún «enunciado básico»-espaciotemporalmente singular. Por supuesto, puede entrar en conflicto con una teoría refutable como N: «la gravitación es una fuerza igual a $m_1 m_2/r^2$ que *actúa a distancia*». Pero N sólo se opondrá a C si «acción a distancia» se interpreta literalmente y como si representara, además, una verdad *última,* no reducible a causas aún más profundas. (Popper llamaría a ésta una interpretación «esencialista»). Alternativamente, podemos considerar la «acción a distancia» como una causa mediata. En tal caso interpretamos «acción a distancia» de forma figurada y consideramos tal expresión como el apelativo de algún oculto mecanismo de acción por contacto. (Esta interpretación puede ser calificada de «nominalista»). En este caso tratamos de explicar N por medio de C como hicieron el mismo Newton y varios físicos franceses del siglo XVIII. Si una teoría auxiliar que consigue llegar a esta explicación (o si se prefiere, a esta «reducción») origina nuevos hechos (esto es, si es «independientemente contrastable») la metafísica cartesiana debería ser considerada como metafísica valiosa, científica, empírica y generadora de un cambio progresivo de problemática. Una teoría, sintácticamente metafísica, progresiva, produce un continuo cambio progresivo en su cinturón protector de teorías auxiliares. Si la reducción de la teoría al «marco conceptual» metafísico no origina nuevo contenido empírico ni tampoco hechos nuevos, entonces la reducción representa un cambio de problemática regresivo; es un mero ejercicio lingüístico. Los esfuerzos cartesianos por remozar su «metafísica» con la finalidad de explicar la gravitación newtoniana son un notable ejemplo de tal reducción meramente lingüística [138].

---

137 *Esta condición sólo se puede formular con total claridad en términos de la metodología de los programas de investigación que se explicará en § 3; retenemos una teoría sintácticamente metafísica como «centro firme» de un programa de investigación mientras que la heurística positiva asociada produzca un cambio progresivo en el «cinturón protector» de hipótesis auxiliares.* Cf. *abajo,* pp. 70-72.

138 Este fenómeno fue descrito en un excelente artículo de Whewell (1851), pero no pudo explicarlo desde un punto de vista metodológico. En lugar de reconocer la victoria del programa *progresivo* de Newton sobre el programa *regresivo* cartesiano, entendió que ésta era la victoria de la verdad probada sobre la falsedad. Para una discusión general de la demarcación entre reducción progresiva y regresiva, cf. Popper (1969a).

Por tanto, no eliminamos una teoría (sintácticamente) metafísica porque entre en conflicto con una teoría científica bien corroborada, como sugiere el falsacionismo ingenuo. La eliminamos si, a largo plazo, produce un cambio regresivo y si hay una metafísica rival y superior para sustituirla. La metodología de un programa de investigación con un «núcleo» metafísico no difiere de la metodología de otro dotado de un «núcleo» refutable excepto, tal vez, por lo que se refiere al nivel lógico de las inconsistencias que son la fuerza motriz del programa [139].

(Debe insistirse, sin embargo, en que la misma elección de la forma lógica en que se articula una teoría depende, en gran medida, de nuestras decisiones metodológicas. Por ejemplo, en lugar de formular la metafísica cartesiana como un enunciado «todos-alguno» la podemos enunciar como un enunciado «todos»; «todos los procesos naturales son procesos mecánicos». Un enunciado básico que lo contradiría sería: «a es un proceso natural y no es mecánico». El problema es si, según las técnicas experimentales, o más bien, según las teorías interpretativas del momento, el enunciado «x no es un mecanismo» puede «establecerse» o no. Por tanto, la elección racional de la forma lógica de una teoría depende del estado de nuestro conocimiento; por ejemplo, un enunciado metafísico «todos-algunos» actual puede convertirse mañana, con el cambio de nivel de las teorías observacionales, en un enunciado científico del tipo «todos». Ya he argumentado que son las series de teorías y no las teorías las que deben clasificarse como científicas o no científicas; ahora acabo de indicar que incluso la forma lógica de una teoría sólo puede adoptarse racionalmente sobre la base de una evaluación crítica del estado del programa de investigación en el que está incorporada.)

Las decisiones de primera, segunda y tercera clase del falsacionismo ingenuo [140] no pueden ser evitadas, pero como veremos se puede reducir ligeramente el elemento convencional en las decisiones de segunda y tercera clase. No podemos evitar las decisiones sobre qué clase de proposiciones son las «observacionales» y cuáles son las «teóricas». Tampoco podemos evitar las decisiones sobre el valor de verdad de algunas «proposiciones observacionales». Estas decisiones son vitales para decidir si un cambio de problemática es empíricamente progresivo o regresivo [141]. Pero el falsacionista sofisticado puede, al menos, mitigar la arbitrariedad de esta segunda clase de decisión, aceptando un *procedimiento de apelación*.

---

[139] Cf. *arriba*, p. 58, n. 137.
[140] Cf. *arriba*, pp. 34-35 y p. 37.
[141] Cfr. *arriba*, pp. 48-49.

Los falsacionistas ingenuos no establecen ningún procedimiento de apelación análogo. Aceptan un enunciado básico si está respaldado por una hipótesis falsadora bien corroborada [142] y permiten que destruya a la teoría que se contrasta aun cuando conocen perfectamente los riesgos involucrados [143]. Pero no hay razón para que no consideremos a una hipótesis falsadora, y al enunciado básico que apoya, como igualmente problemáticos que la hipótesis falsada. Ahora bien, ¿con qué precisión podemos manifestar el carácter problemático de un enunciado básico? ¿Sobre qué fundamentos pueden apelar y ganar los defensores de una teoría «falsada»?

Algunos dirán que podemos continuar contrastando el enunciado básico (o la hipótesis falsadora) «por sus consecuencias deductivas» hasta que por fin se alcance un acuerdo. Para esta contrastación deducimos, con el mismo modelo deductivo, consecuencias adicionales a partir del enunciado básico y con la ayuda de la teoría que se contrasta o bien de alguna otra teoría que consideramos carente de problemas. Aunque este procedimiento «no tiene un fin natural» siempre llegaremos a un punto en que desaparezcan los desacuerdos [144].

Pero cuando el teórico apela contra el veredicto del experimentador, el tribunal de apelación normalmente no investiga el enunciado básico, sino que más bien se interesa por la *teoría interpretativa* a cuya luz se ha establecido el valor de verdad de aquél.

Un ejemplo típico de una serie de apelaciones con éxito es la lucha de los proutianos contra la evidencia experimental desfavorable, desarrollada entre 1815 y 1911. Durante décadas la teoría de Prout, T («todos los átomos son compuestos de átomos de hidrógeno, y por ello los «pesos atómicos» de todos los elementos químicos deben ser expresables como números enteros»), se veía confrontada por hipótesis «observacionales» falsadoras como la «refutación» de Stas, R («el peso atómico del cloro es 35,5»). Como es sabido, finalmente T prevaleció sobre R [145].

La primera etapa de cualquier crítica seria de una teoría científica es reconstruir y mejorar su articulación lógico-deductiva. Hagamos esto en el caso de la teoría de Prout teniendo en cuenta la refutación de Stas. En primer lugar debemos comprender que en la formulación

---

142 Popper (1934), sección 22.

143 Cf. e. g. Popper (1959a), p. 107, n. * 2. También cf. *arriba*, pp. 41-45.

144 Esto se argumenta en Popper (1934), sección 29.

145 Agassi pretende que este ejemplo muestra que «podemos retener las hipótesis a la vista de los hechos conocidos con la esperanza de que los hechos se ajustarán a la teoría en lugar de suceder lo contrario» (1966, p. 18). Pero ¿cómo pueden «ajustarse por sí mismos» los hechos? ¿En qué condiciones *particulares* ganaría la teoría? Agassi no suministra una respuesta.

que acabamos de citar T y R *no* eran inconsistentes. (Los físicos rara vez articulan sus teorías lo bastante como para que los críticos puedan atraparles). Para hacerlas inconsistentes tenemos que expresarlas de la forma siguiente: T: «los pesos atómicos de todos los elementos químicos puros (homogéneos) son múltiplos del peso atómico del hidrógeno», y R: «el cloro es un elemento químico puro (homogéneo) y su peso atómico es 35,5». El último enunciado tiene forma de una hipótesis falsadora que, de estar bien corroborada, nos permitiría usar enunciados básicos de la forma B: «El cloro X es un elemento químico puro (homogéneo) y su peso atómico es 35,5», donde X es el nombre propio de una «porción» de cloro, determinado, por ejemplo, mediante sus coordenadas espacio-temporales.

¿En qué medida está R bien corroborada? Su primer componente depende de R_1 «El cloro X es un elemento químico puro». Este fue el veredicto del químico experimentador tras una aplicación rigurosa de las «técnicas experimentales» del momento.

Examinemos con mayor precisión la estructura de R_1. En realidad R_1 representa una conjunción de dos enunciados más largos T_1 y T_2. El primer enunciado, T_1, podría ser éste: «Si a un gas se le aplican 17 procedimientos químicos de purificación, p_1, p_2, ... p_{17}, lo que queda será cloro puro». T_2 dice: «X fue sometido a los 17 procedimientos p_1, p_2, ... p_{17}». El cuidadoso «experimentador» aplicó los 17 procedimientos: T_2 debe ser aceptado. Pero la conclusión de que, por lo tanto, lo que queda *debe* ser cloro puro sólo es un «hecho sólido» en virtud de T_1. El experimentador al *contrastar* T *aplicaba* T_1. El *interpretaba* lo que veía a la luz de T_1; el resultado es R_1. *Con todo, en el modelo deductivo monoteórico de la contrastación esta teoría interpretativa no aparece en absoluto.*

¿Qué sucede si T_1, la teoría interpretativa, es falsa? ¿Por qué no «aplicar» T en lugar de T_1 y afirmar que los pesos atómicos *deben ser* números enteros? Entonces *ese* sería un «hecho sólido» a la luz de T, y T_1 queda destruida. Tal vez es necesario inventar y aplicar nuevos procedimientos adicionales de purificación.

El problema, entonces, *no* radica en decidir cuándo debemos retener una «teoría» a la vista de ciertos «*hechos conocidos*» y cuándo debemos actuar al revés. El problema *no* radica en decidir qué debemos hacer cuando las «teorías» entran en conflicto con los «hechos». Tal conflicto sólo lo sugiere el *modelo deductivo monoteórico.* Depende de nuestra decisión metodológica el que una proposición constituya un hecho o una «teoría» en el contexto de una contrastación. La «base empírica» de una teoría es una noción monoteórica; está *relacionada* con una estructura deductiva monoteórica. Podemos utilizarla como una primera aproximación, pero en caso de «apela-

ción» del teórico, deberemos utilizar un *modelo pluralista.* En este modelo pluralista el conflicto no sucede «entre teorías y hechos», sino entre dos teorías de nivel elevado; entre una *teoría interpretativa* que suministra los hechos, y una *teoría explicativa* que los explica; y puede suceder que la teoría interpretativa sea de un nivel tan elevado como la explicativa. El conflicto, por tanto, tampoco se produce entre una teoría de nivel lógico muy elevado y una hipótesis falsadora de bajo nivel. El problema no debe plantearse en términos de decidir si una «refutación» es real o no. El problema consiste en cómo reparar una *inconsistencia* entre la «teoría explicativa» que se contrasta y las teorías «interpretativas» explícitas u ocultas; o si se prefiere, el *problema es decidir qué teoría vamos a considerar como teoría interpretativa suministradora de los hechos sólidos, y cuál como teoría explicativa que los explica tentativamente.* En un modelo monoteórico consideramos la teoría de mayor nivel como una *teoría explicativa que ha de ser juzgada por los hechos* suministrados desde el exterior (por la autoridad del experimentador); en caso de conflicto, rechazamos la explicación [146]. Alternativamente, en un modelo pluralista podemos considerar a la teoría de mayor nivel como una *teoría interpretativa encargada de juzgar los hechos* suministrados desde el exterior; en caso de conflicto podemos rechazar los «hechos» como si fueran «anormalidades». En un modelo pluralista de contrastación quedan unidas varias teorías más o menos organizadas deductivamente.

Sólo este argumento sería suficiente para hacer ver lo correcto de la conclusión, que extrajimos de argumentos previos y distintos, de que los experimentos no destruyen simplemente a las teorías y de que ninguna teoría prohíbe unos fenómenos especificables por adelantado [147]. No es que nosotros propongamos una teoría y la naturaleza pueda gritar NO; se trata, más bien, de que proponemos un conjunto de teorías y la naturaleza puede gritar INCONSISTENTE [148].

---

146 La decisión de usar algún modelo monoteórico es claramente esencial para el falsacionista ingenuo puesto que le capacita para rechazar una teoría sobre la base *exclusiva* de la evidencia experimental. *Ello se corresponde con la necesidad que siente de dividir radicalmente (al menos en una situación de contrastación) el conjunto de la ciencia en dos partes: lo problemático y lo no problemático* (cf. *arriba,* pp. 35-36). *Sólo la teoría que decide considerar como problemática es incorporada a su modelo de crítica deductiva.*

147 Cf. *arriba,* p. 27.

148 Responderé aquí a una posible objeción: «Realmente no necesitamos de la Naturaleza para saber que un conjunto de teorías es *inconsistente.* La inconsistencia (al revés de la falsedad) puede ser descubierta sin la ayuda de la Naturaleza». Pero el «NO» real de la Naturaleza, en una metodología monoteórica, adopta la forma de un «falsador potencial» reforzado, esto es, de una frase que, de acuerdo con esta terminología, pretendemos que ha sido pronunciada por la

El problema, por tanto, *se desplaza* desde el viejo problema de la sustitución de una teoría refutada por los «hechos» al nuevo problema de cómo resolver las inconsistencias entre teorías estrechamente relacionadas. ¿Cuál de las teorías mutuamente inconsistentes debe ser eliminada? El falsacionista sofisticado puede responder fácilmente a esta pregunta; se debe intentar sustituir primero una, después la otra, después posiblemente ambas, y optar por aquella nueva estructura que suministre el mayor incremento de contenido corroborado, que suministre el cambio más progresivo de problemática [149].

Por ello hemos establecido un procedimiento de apelación para el caso de que el teórico desee poner en duda el veredicto negativo del experimentador. El teórico puede pedir que el experimentador especifique su «teoría interpretativa» [150] y puede sustituirla (ante la desesperación del experimentador) por otra mejor, bajo cuya luz su teoría originalmente refutada puede obtener una valoración positiva [151].

Naturaleza y que es la *negación de nuestra teoría.* La INCONSISTENCIA proclamada por la Naturaleza, en una metodología pluralista, adopta la forma de un «enunciado fáctico» formulado de acuerdo con una de las teorías involucradas que pretendemos que ha sido pronunciado por la Naturaleza, y que, cuando es añadido a nuestras teorías propuestas, suministra un *sistema inconsistente.*

149 Por ejemplo, en nuestro ejemplo previo (cf. *arriba,* pp. 35 y ss.) algunos pueden intentar sustituir la teoría gravitacional por una nueva y otros pueden intentar sustituir la radio-óptica por otra nueva; elegimos la alternativa que ofrece un crecimiento más espectacular, el cambio más progresivo de problemática.

150 La crítica no *supone* la existencia de una estructura deductiva enteramente articulada, sino que la crea. (Por cierto, ese es el principal mensaje de mi 1963-64.)

151 Un ejemplo clásico de esta pauta es la relación de Newton con Flamsteed, el primer Astrónomo Real. Por ejemplo, Newton visitó a Flamsteed el 1 de septiembre de 1694 cuando trabajaba exclusivamente en su teoría lunar; le dijo que reinterpretara algunos de sus datos puesto que contradecían su propia teoría y le explicó con precisión cómo debía hacerlo. Flamsteed obedeció a Newton y le escribió el 7 de octubre: «Desde que Ud. se fue examiné las observaciones que había empleado para determinar las máximas ecuaciones de la órbita de la Tierra y considerando las posiciones de la Luna en distintos momentos..., he descubierto que (*si como Ud. entiende, la Tierra se inclina hacia el lado en que está la Luna en cada momento*) puede Ud. deducir aproximadamente 20".» Por tanto, Newton criticó y corrigió constantemente las teorías observacionales de Flamsteed. Newton enseñó a Flamsteed, por ejemplo, una teoría mejor sobre el poder refractario de la atmósfera; Flamsteed la aceptó y corrigió sus «datos» originales. Se comprende la humillación constante que debía sentir este gran observador y su furia, que crecía lentamente, al ver que sus datos eran criticados y mejorados por un hombre que, como él mismo reconocía, no realizaba observaciones por sí mismo: sospecho que fueron estos sentimientos los que finalmente originaron una estéril controversia personal.

Pero ni siquiera este procedimiento de apelación puede hacer otra cosa que no sea *posponer* la decisión convencional. Porque el veredicto del tribunal de apelación tampoco es infalible. Cuando decidimos si es la sustitución de la teoría «interpretativa» o de la «explicativa» lo que origina nuevos hechos, de nuevo tenemos que tomar una decisión acerca de la aceptación o rechazo de enunciados básicos. Por tanto, hemos pospuesto (y posiblemente mejorado) la decisión, pero no la hemos evitado [152]. Las dificultades relativas a la base empírica que confrontaban al falsacionismo «ingenuo» tampoco pueden ser evitadas por el falsacionismo «sofisticado». Incluso si consideramos a una teoría como «fáctica»; esto es, si nuestra lenta y limitada imaginación no puede ofrecer una alternativa para la misma (como solía decir Feyerabend), debemos adoptar decisiones, aunque sólo sean temporales y ocasionales, sobre su valor de verdad. *Incluso entonces la experiencia sigue siendo, en un sentido importante, el árbitro imparcial* [153] de la controversia científica. No podemos desembarazarnos del problema de la «base empírica» si queremos aprender de la experiencia [154], pero podemos conseguir que nuestro aprendizaje sea menos dogmático, aunque también menos rápido y menos dramático. Al considerar a ciertas teorías observacionales como problemáticas, podemos hacer que nuestra metodología sea más flexible; pero no podemos expresar e incluir en nuestro modelo deductivo crítico *todo* el «conocimiento básico» (o «ignorancia básica»). Este proceso debe ser fragmentario y en algún momento será necesario trazar una línea convencional.

Existe una objeción aplicable incluso a la versión sofisticada del falsacionismo metodológico que no puede ser contestada sin hacer alguna concesión al «simplicismo» de Duhem. La objeción es la llamada «paradoja de la adición». Según nuestras definiciones, si añadimos a una teoría algunas hipótesis de bajo nivel enteramente desprovistas de relación, ello puede constituir un «cambio progresivo». Es difícil eliminar tales maniobras sin exigir que los enunciados adicionales estén conectados con los enunciados originales de una forma *más intensa* que mediante la simple conjunción. Por supuesto, éste es un requisito análogo al de simplicidad que garantizaría la

---

152 Lo mismo se aplica a la tercera clase de decisión. Si sólo rechazamos una hipótesis estocástica en favor de otra que, en nuestro sentido, la supera, la forma precisa de las «reglas de rechazo» se hace *menos* importante.

153 Popper (1945), vol. II, cap. 23, p. 218.

154 Agassi de nuevo se equivoca en su tesis de que «los informes observacionales pueden ser tomados por falsos y ello elimina el problema de la base empírica» (Agassi, 1966, p. 20).

continuidad de las series de teorías de las que se puede decir que constituyen *un* cambio de problemática.

Ello nos origina problemas adicionales. Uno de los aspectos cruciales del falsacionismo sofisticado es que sustituye el concepto de *teoría,* como concepto básico de la lógica de la investigación, por el concepto de *serie de teorías.* *Lo que ha de ser evaluado como científico o pseudocientífico es una sucesión de teorías y no una teoría dada.* Pero los miembros de tales series de teorías normalmente están relacionados por una notable continuidad que las agrupa en *programas de investigación.* Esta *continuidad* (reminiscente de la «ciencia normal» de Kuhn) juega un papel vital en la historia de la ciencia; los principales problemas de la lógica de la investigación sólo pueden analizarse de forma satisfactoria en el marco suministrado por una *metodología de los programas de investigación.*

3. Una metodología de los programas de investigación científica

He analizado el problema de la evaluación objetiva del crecimiento científico en términos de cambios progresivos y regresivos de problemáticas para series de teorías científicas. Las más importantes de tales series en el crecimiento de la ciencia se caracterizan por cierta *continuidad* que relaciona a sus miembros. Esta continuidad se origina en un programa de investigación genuino concebido en el comienzo. El programa consiste en reglas metodológicas: algunas nos dicen las rutas de investigación que deben ser evitadas *(heurística negativa),* y otras, los caminos que deben seguirse *(heurística positiva)* [155].

Incluso la ciencia en su conjunto puede ser considerada como un enorme programa de investigación dotado de la suprema regla heurística de Popper: «diseña conjeturas que tengan más contenido empírico que sus predecesoras». Como señaló Popper, tales reglas metodológicas pueden ser formuladas como principios metafísicos [156]. Por ejemplo, la regla anticonvencionalista *universal* contra la eliminación de excepciones puede ser enunciada como el principio meta-

[155] Se puede señalar que la heurística positiva y negativa suministra una definición primaria e implícita del «marco conceptual» (y por tanto del lenguaje). El reconocimiento de que la historia de la ciencia es la historia de los programas de investigación en lugar de ser la historia de las teorías, puede por ello entenderse como una defensa parcial del punto de vista según el cual la historia de la ciencia es la historia de los marcos conceptuales o de los lenguajes científicos.

[156] Popper (1934), secciones II y 70. Utilizó «metafísico» como un término técnico perteneciente al falsacionismo ingenuo; una proposición contingente es «metafísica» si carece de «falsadores potenciales».

físico: «La Naturaleza no permite excepciones.» Por ello Watkins llamó a tales reglas *«metafísica influyente»* [157].

Pero en lo que estoy pensando fundamentalmente no es en la ciencia como un todo, sino en programas de investigación *particulares,* como el conocido por «metafísica cartesiana». La metafísica cartesiana, esto es, la teoría mecanicista del universo (según la cual el universo es uno gigantesco mecanismo y un sistema de vórtices, en el que el empuje es la única causa del movimiento), actuaba como un poderoso principio heurístico. Desalentaba que se trabajase en teorías científicas (como la versión «esencialista» de la teoría de acción a distancia de Newton) que eran inconsistentes con ella *(heurística negativa).* Por otra parte, alentaba el trabajo en las hipótesis auxiliares que podían salvarla de la aparente contraevidencia, como las elipses de Kepler *(heurística positiva)* [158].

a) La heurística negativa: el «núcleo firme» del programa

Todos los programas de investigación científica pueden ser caracterizados por su «núcleo firme». La heurística negativa del programa impide que apliquemos el *modus tollens* a este «núcleo firme». Por el contrario, debemos utilizar nuestra inteligencia para incorporar e incluso inventar hipótesis auxiliares que formen un *cinturón protector* en torno a ese centro, y *contra ellas* debemos dirigir el *modus tollens.* El cinturón protector de hipótesis auxiliares debe recibir los impactos de las contrastaciones y para defender al núcleo firme, será ajustado y reajustado e incluso completamente sustituido. Un programa de investigación tiene éxito si ello conduce a un cambio progresivo de problemática; fracasa, si conduce a un cambio regresivo.

El ejemplo clásico de programa de investigación victorioso es la teoría gravitacional de Newton: posiblemente el programa de investigación con más éxito que ha existido nunca. Cuando apareció se encontraba inmerso en un océano de anomalías (o si se prefiere, «contraejemplos» [159]) y en contradicción con las teorías observacionales que apoyaban a tales anomalías. Pero con gran inteligencia y

---

[157] Watkins (1958). Watkins advierte que «el bache lógico entre enunciados y prescripciones en el terreno metafísico-metodológico queda ilustrado por el hecho de que una persona puede rechazar una doctrina (metafísica) en su forma de enunciado fáctico, y aceptarla en su versión prescriptiva». *(Ibid.,* pp. 356-7.)

[158] Sobre este programa de investigación cartesiano, cf. Popper (1960b) y Watkins (1958), pp. 350-1.

[159] Para una clarificación de los conceptos «contraejemplo» y «anomalía», cf. *arriba,* pp. 39-40, y especialmente *abajo,* pp. 96-97, y texto de n. 248.

tenacidad, los newtonianos convirtieron un contraejemplo tras otro en ejemplos corroboradores, fundamentalmente al destruir las teorías observacionales originales con las que se había establecido la «evidencia contraria». En este proceso ellos mismos produjeron nuevos contraejemplos que también resolvieron posteriormente. «Hicieron de cada nueva dificultad una nueva victoria de su programa» [160].

En el programa de Newton la heurística negativa impide dirigir el *modus tollens* contra las tres leyes de la dinámica de Newton y contra su ley de gravitación. Este «núcleo» es «irrefutable» por decisión metodológica de sus defensores; las anomalías sólo deben originar cambios en el cinturón «protector» de hipótesis auxiliares «observacionales» y en las condiciones iniciales [161].

He ofrecido un microejemplo resumido de un cambio progresivo de problemática newtoniana [162]. Si lo analizamos resulta que cada eslabón sucesivo de este ejercicio predice algún hecho nuevo; cada paso representa un aumento de contenido empírico; el ejemplo constituye un *cambio teórico consistentemente progresivo.* Además, cada predicción queda finalmente verificada, aunque en tres ocasiones seguidas pareció que habían sido «refutadas» [163]. Mientras que el «progreso teórico» (en el sentido que aquí utilizamos) puede ser verificado inmediatamente [164], ello no sucede así con el «progreso empírico» y en un programa de investigación podemos vernos frustrados por una larga serie de «refutaciones» antes de que alguna hipótesis auxiliar ingeniosa, afortunada y de superior contenido empírico, convierta a una cadena de derrotas en lo que *luego* se considerará como una resonante historia de éxitos, bien mediante la revisión de algunos «hechos» falsos o mediante la adición de nuevas hipótesis auxiliares. Por tanto, podemos decir que hay que exigir que cada etapa de un programa de investigación incremente el contenido de forma consistente; que cada etapa constituya un *cambio de problemática teórica consistentemente progresivo.* Además de esto, lo único que necesitamos es que ocasionalmente se aprecie retrospectivamente que el incremento de contenido ha sido corroborado; también el programa en su conjunto debe exhibir un *cambio empírico intermitentemente progresivo.* No exigimos que cada nuevo paso produzca *inme-*

---

160 Laplace (1824), Libro IV, capítulo 11.

161 El auténtico centro firme del programa realmente no nace ya dotado de toda su fuerza como Atenea de la cabeza de Zeus. Se desarrolla lentamente mediante un proceso largo, preliminar, de ensayos y errores. En este artículo no analizo ese proceso.

162 Cf. *arriba,* pp. 27-28.

163 En todos los casos la «refutación» fue orientada con fortuna hacia los «lemas ocultos», esto es, hacia lemas originados en la cláusula *ceteris-paribus.*

164 Pero cf. *abajo,* pp. 93-96.

diatamente un nuevo hecho *observado.* Nuestro término «intermitentemente» suministra suficiente espacio racional para que sea posible la adhesión dogmática a un programa a pesar de las refutaciones aparentes.

La idea de una «heurística negativa» de un programa de investigación científica racionaliza en gran medida el convencionalismo clásico. Racionalmente es posible decidir que no se permitirá que las «refutaciones» transmitan la falsedad al núcleo firme mientras aumente el contenido empírico corroborado del cinturón protector de hipótesis auxiliares. Pero nuestro enfoque difiere del convencionalismo justificacionista de Poincaré porque, al contrario de Poincaré, mantenemos que el núcleo firme de un programa puede tener que ser abandonado cuando tal programa deja de anticipar hechos nuevos; esto es, *nuestro* núcleo firme, al contrario del de Poincaré, puede derrumbarse en ciertas condiciones.

En este sentido estamos de acuerdo con Duhem, quien pensaba que hay que aceptar tal posibilidad [165], aunque para Duhem la razón de tal derrumbamiento es puramente estética [166], mientras que para nosotros es fundamentalmente lógica y empírica.

b) La heurística positiva: la construcción del «cinturón protector» y la autonomía relativa de la ciencia teórica

Los programas de investigación también se caracterizan por su heurística positiva además de caracterizarse por la heurística negativa.

Incluso los programas de investigación que progresan de la forma más rápida y consistente sólo pueden digerir la evidencia contraria de modo fragmentario: nunca desaparecen completamente las anomalías. Pero no hay que pensar que las anomalías aún no explicadas (los «puzzles», como los llama Kuhn) son abordadas en cualquier orden o que el cinturón protector es construido de forma ecléctica, sin un plan preconcebido. El orden suele decidirse en el gabinete del teórico con independencia de las anomalías *conocidas.* Pocos científicos teóricos implicados en un programa de investigación se ocupan excesivamente de las «refutaciones». Mantienen una política de investigación a largo plazo que anticipa esas refutaciones. Esta política de investigación, u orden de investigación, queda establecida, con mayor o menor detalle, en la heurística positiva del programa de investigación. La heurística negativa especifica el núcleo firme del programa que es «irrefutable» por decisión metodológica de sus defen-

---

165 Cf. *arriba,* p. 34.

166 *Ibid.*

sores; la heurística positiva consiste de un conjunto, parcialmente estructurado, de sugerencias o pistas sobre cómo cambiar y desarrollar las «*versiones refutables*» del programa de investigación, sobre cómo modificar y complicar el cinturón protector «refutable».

La heurística positiva del programa impide que el científico se pierda en el océano de anomalías. La heurística positiva establece un programa que enumera una secuencia de *modelos* crecientemente complicados simuladores de la realidad: la atención del científico se concentra en la construcción de sus modelos según las instrucciones establecidas en la parte positiva de su programa. Ignora los contraejemplos *reales*, los «*datos*» disponibles [167]. En principio Newton elaboró su programa para un sistema planetario con un punto fijo que representaba al Sol y un único punto que representaba a un planeta. A partir de este modelo derivó su ley del inverso del cuadrado para la elipse de Kepler. Pero este modelo contradecía a la tercera ley de la dinámica de Newton y por ello tuvo que ser sustituido por otro en que tanto el Sol como el planeta giraban alrededor de su centro de gravedad común. Este cambio no fue motivado por ninguna observación (en este caso los datos no sugerían «anomalía») sino por una dificultad teórica para desarrollar el programa. Posteriormente elaboró el programa para un número mayor de planetas y como si sólo existieran fuerzas heliocéntricas y no interplanetarias. Después, trabajó en el supuesto de que los planetas y el Sol eran esferas de masa y no puntos. De nuevo, este cambio no se debió a la observación de una anomalía; la densidad infinita quedaba excluida por una teoría venerable (no sistematizada); por esta razón los planetas *tenían* que ser expandidos. Este cambio implicó dificultades matemáticas importantes, absorbió el trabajo de Newton y retrasó la publicación de los *Principia* durante más de una década. Tras haber solucionado este «puzzle» comenzó a trabajar en las «esferas giratorias» y sus oscilaciones. Después admitió las fuerzas interplanetarias y comenzó a trabajar sobre las *perturbaciones*. Llegado a este punto empezó a interesarse con más intensidad por los hechos. Muchos de ellos quedaban perfectamente explicados (cualitativamente) por el modelo, pero sucedía lo contrario con muchos otros. Fue entonces cuando comenzó a trabajar sobre planetas aplanados y no redondos, etc.

---

167 Si un científico (o matemático) cuenta con una heurística positiva rehúsa involucrarse en temas observacionales. «Permanecerá sentado, cerrará los ojos y se olvidará de los datos» (Cf. mi 1963-4, especialmente pp. 300 y ss., donde hay un estudio detallado de un ejemplo de tal programa). Por supuesto, en ocasiones preguntará a la Naturaleza con penetración y resultará estimulado por un SI, pero no defraudado si oye un NO.

Newton despreciaba a las personas que, como Hooke, atisbaron un primer modelo ingenuo, pero que no tuvieron la tenacidad y la capacidad para convertirlo en un programa de investigación, y que pensaban que una primera versión, una simple panorámica, constituía un «descubrimiento». El retrasó la publicación hasta que su programa había conseguido un notable cambio progresivo [168].

La mayoría de los «puzzles» newtonianos (si no todos) que conducían a una serie de variaciones que se mejoraban unas a otras, eran previsibles en el tiempo en que Newton produjo el primer modelo ingenuo, y sin duda Newton y sus colegas las previeron: Newton debió ser enteramente consciente de la clara falsedad de sus primeros modelos. Nada prueba mejor la existencia de una heurística positiva en un programa de investigación que este hecho; por eso se habla de «modelos» en los programas de investigación. Un «modelo» es un conjunto de condiciones iniciales (posiblemente en conjunción con algunas teorías observacionales) del que se sabe que *debe* ser sustituido en el desarrollo ulterior del programa, e incluso cómo debe ser sustituido (en mayor o menor medida). Esto muestra una vez más hasta qué punto son irrelevantes las refutaciones de cualquier versión específica para un programa de investigación: su existencia es esperada y la heurística positiva está allí tanto para predecirlas (producirlas) como para digerirlas. Realmente, si la heurística positiva se especifica con claridad, las dificultades del programa son matemáticas y no empíricas [169].

Se puede formular la «heurística positiva» de un programa de investigación como un principio «metafísico». Por ejemplo, es posible formular el programa de Newton de esta forma: «Esencialmente los planetas son superficies gravitatorias en rotación que tienen una forma aproximadamente esférica». Esta idea nunca se mantuvo *rígidamente;* los planetas no sólo son gravitatorios, sino que también tienen, por ejemplo, características electromagnéticas que pueden in-

[168] Reichenbach, siguiendo a Cajori, ofrece una explicación distinta de lo que hizo que Newton retrasara la publicación de sus *Principia.* «Para su desconsuelo descubrió que los resultados observacionales no concordaban con sus cálculos. En lugar de enfrentar una teoría, por bella que fuera, con los hechos, Newton puso el manuscrito de su teoría en un cajón. Aproximadamente veinte años más tarde, después de que una expedición francesa hubiera realizado nuevas mediciones de la circunferencia de la Tierra, Newton advirtió que eran falsas las cifras en las que había basado su contrastación y que los datos mejorados estaban de acuerdo con sus cálculos teóricos. Sólo después de esta contrastación publicó su ley... La historia de Newton es una de las ilustraciones más sorprendentes del método de la ciencia moderna» (Reichenbach, 1951, pp. 101-02). Feyerabend critica la exposición de Reichenbach (Feyerabend, 1965, p. 229) pero no ofrece una explicación alternativa.

[169] Sobre esta cuestión, cf. Truesdell (1960).

fluir en su movimiento. Por tanto, y en general, la heurística positiva es más flexible que la heurística negativa. Más aún, sucede en ocasiones que cuando un programa de investigación entra en una fase regresiva, una pequeña revolución o un cambio *creativo* de su heurística positiva puede impulsarlo de nuevo hacia adelante [170]. Por ello es mejor separar el «centro firme» de los principios metafísicos, más flexibles, que expresan la heurística positiva.

Nuestras consideraciones muestran que la heurística positiva avanza casi sin tener en cuenta las refutaciones; puede parecer que son las «verificaciones» [171] y no las refutaciones las que suministran los puntos de contacto con la realidad. Aunque se debe señalar que cualquier «verificación» de la versión (n+1) del programa es una refutación de la versión n, no podemos negar que *algunas* derrotas de las versiones subsiguientes siempre son previstas; son las «verificaciones» las que mantienen la marcha del programa, a pesar de los casos recalcitrantes.

Podemos evaluar los programas de investigación incluso después de haber sido «eliminados», en razón de su *poder heurístico:* ¿cuántos hechos produjeron?, ¿cuán grande era su «capacidad para explicar sus propias refutaciones en el curso de su crecimiento»? [172].

(También podemos evaluarlos por el estímulo que supusieron para las matemáticas. Las dificultades reales del científico teórico tienen su origen en las *dificultades matemáticas* del programa más que en las anomalías. La grandeza del programa newtoniano procede en parte del desarrollo (realizado por los newtonianos) del análisis infinitesimal clásico, que era una precondición crucial para su éxito.)

Por tanto, la metodología de los programas de investigación científica explica la *autonomía relativa de la ciencia teórica:* un hecho histórico cuya racionalidad no puede ser explicado por los primeros falsacionistas. La selección racional de problemas que realizan los científicos que trabajan en programas de investigación importantes está determinada por la heurística positiva del programa y no por las anomalías psicológicamente embarazosas (o tecnológicamente urgentes). Las anomalías se enumeran pero se archivan después en la es-

---

[170] La contribución de Soddy al programa de Prout o la de Pauli al de Bohr (la vieja teoría cuántica) son ejemplos típicos de tales cambios creativos.

[171] Una «verificación» es una corroboración del exceso de contenido del programa en expansión. Pero, naturalmente, una «verificación» no *verifica* un programa; sólo muestra su poder heurístico.

[172] Cf. mi (1963-4), pp. 324-30. Desgraciadamente, en 1963-4 aún no había realizado una clara distinción terminológica entre teorías y programas de investigación y ello obstaculizó mi exposición de un programa de investigación de la matemática informal, cuasiempírica.

peranza de que, llegado el momento, se convertirán en corroboraciones del programa. Sólo aquellos científicos que trabajan en ejercicios de prueba y error [173] o en una fase degenerada de un programa de investigación cuya heurística positiva se quedó sin contenido, se ven obligados a redoblar su atención a las anomalías. (Por supuesto, todo esto puede parecer inaceptable a los falsacionistas ingenuos que mantienen que tan pronto como una teoría queda «refutada» por un experimento [según *su* libro de reglas] es irracional [y deshonesto] continuar desarrollándola: la vieja teoría «refutada» debe ser sustituida por una nueva, no refutada.)

c) *Dos ilustraciones: Prout y Bohr*

La dialéctica entre heurística positiva y negativa de un programa de investigación puede ilustrarse de forma óptima mediante ejemplos. Voy a resumir algunos aspectos de dos programas de investigación que gozaron de un éxito espectacular: el programa de Prout [174] basado en la idea de que todos los átomos son compuestos de átomos de hidrógeno, y el programa de Bohr, basado en la idea de que la emisión de luz se debe a los saltos de los electrones entre unas órbitas y otras, en el seno de los átomos.

(Creo que al redactar un estudio acerca de un caso histórico se debe adoptar el siguiente procedimiento: 1) se ofrece una reconstrucción racional; 2) se intenta comparar esta reconstrucción racional con la historia real y se critican ambas: la reconstrucción racional por falta de historicidad y la historia real por falta de racionalidad. Por tanto, cualquier estudio histórico debe ser precedido de un estudio heurístico: la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega. En este artículo no intento acometer seriamente la segunda etapa.)

c1) *Prout: un programa de investigación que progresa a través de un océano de anomalías.*

Prout, en un artículo anónimo de 1815, defendió que los pesos atómicos de todos los elementos químicos puros eran números enteros. Sabía muy bien que abundaban las anomalías, pero afirmó que éstas se debían a que las sustancias químicas habitualmente disponibles eran *impuras;* esto es, las «técnicas experimentales» relevantes

173 Cf. *abajo,* p. 117.
174 Ya mencionado *arriba,* pp. 60-61.

del momento no eran fiables, o, por decirlo en otros términos, eran falsas las «teorías observacionales» contemporáneas a cuya luz se decidían los valores de verdad de los enunciados básicos de su teoría [175]. Por ello, los defensores de la teoría de Prout emprendieron una ambiciosa campaña: destruir aquellas teorías que suministraban evidencia contraria a su tesis. Para ello tuvieron que revolucionar la química analítica establecida de su tiempo y revisar, correspondientemente, las técnicas experimentales con las que se separaban los elementos químicos puros [176]. De hecho, la teoría de Prout derrotó a las teorías que se aplicaban previamente para la purificación de sustancias químicas, una después de otra. Con todo, algunos químicos se cansaron del programa de investigación y lo abandonaron porque los éxitos aún estaban lejos de equivaler a una victoria final. Por ejemplo, Stas, frustrado por algunos casos irreducibles y recalcitrantes, concluyó en 1860 que la teoría de Prout «carecía de fundamentos» [177]. Pero otros resultaron más estimulados por el progreso que desalentados por la ausencia de un éxito completo. Por ejemplo, Marignac replicó inmediatamente que «aunque (él aceptaba) la perfecta exactitud de los experimentos de Monsieur Stas, (no hay prueba) de que las diferencias observadas entre sus resultados y los requeridos por la ley de Prout no puedan ser explicadas por el carácter imperfecto de los métodos experimentales» [178]. Como señaló Crookes en 1886: «No pocos químicos de prestigio reconocido consideran que aquí tenemos (en la teoría de Prout) una expresión de la verdad enmascarada por algunos fenómenos residuales o colaterales que aún no hemos conseguido eliminar» [179]. Esto es, tenía que existir algún supuesto oculto falso adicional en las «teorías observacionales» sobre

175 Pero todo esto es reconstrucción racional y no historia real. Prout negó la existencia de cualquier anomalía. Por ejemplo, afirmó que el peso atómico del cloro era 36 exactamente.

176 Prout era consciente de los rasgos metodológicos básicos de su programa. Citemos las primeras líneas de su (1815): «El autor del siguiente ensayo lo presenta al público con la mayor modestia... Sin embargo, confía en que se apreciará su importancia y que alguien emprenderá la tarea de examinarlo para verificar o refutar sus conclusiones. Si éstas resultaran ser erróneas, la investigación servirá al menos para descubrir hechos nuevos o para establecer con mayor firmeza hechos antiguos; pero si las conclusiones fueran verificadas, toda la ciencia de la química quedará iluminada de un modo nuevo e interesante.»

177 Clerk Maxwell apoyaba a Stas: le parecía imposible que hubiera dos clases de hidrógeno «porque si algunas (moléculas) fueran de una masa ligeramente mayor que otras, tenemos los medios para conseguir una separación de las moléculas de masas diferentes, algunas de las cuales serían algo más densas que las otras. Como esto no se puede hacer, debemos admitir (que todas son análogas)» (Maxwell, *1871*).

178 Marignac (1860).

179 Crookes (1886).

las que se basaban las «técnicas experimentales» para la purificación química y con cuya ayuda se calculaban los pesos atómicos: ya en 1886 el punto de vista de Crooke era: «algunos pesos atómicos actuales sólo representan un valor medio» [180]. Realmente Crooke llegó a expresar esta idea en una forma científica (acrecentadora de contenido): propuso nuevas teorías concretas de «fraccionamiento», un nuevo «duende clasificador» [181]. Pero desgraciadamente sus nuevas teorías observacionales resultaron ser tan falsas como audaces y al ser incapaces de anticipar ningún hecho nuevo, fueron eliminadas de la historia de la ciencia (racionalmente reconstruida). Una generación más tarde quedó claro que existía un supuesto muy oculto y básico que escapó a los investigadores: que dos elementos puros deben ser separados por métodos *químicos*. La idea de que dos elementos puros diferentes pueden comportarse de forma idéntica en todas las reacciones *químicas* pudiendo, sin embargo, ser separados mediante métodos *físicos*, requería un cambio, una «*ampliación*» del concepto de elemento puro, que constituía un cambio, *una expansión amplificadora de conceptos*, del mismo programa de investigación [182]. El *cambio creativo* enormemente revolucionario fue adoptado por la escuela de Rutherford [183] y entonces «tras muchas vicisitudes y las refutaciones aparentemente más convincentes, la hipótesis expresada tan informalmente por Prout, un físico de Edinburgo, en 1815, se ha convertido, un siglo después, en el fundamento de las teorías modernas sobre la estructura de los átomos» [183 bis]. Sin embargo, este paso creativo de hecho sólo fue el resultado lateral del progreso en un programa de investigación diferente y lejano: los seguidores de Prout, carentes de este estímulo externo, nunca pensaron en intentar, por ejemplo, la construcción de potentes máquinas centrífugas para la separación de elementos.

(Cuando una teoría «observacional» o «interpretativa» queda finalmente eliminada, las mediciones «precisas», desarrolladas en el aparato teórico abandonado, pueden parecer (consideradas *ex-post*) muy insensatas. Soddy se rió de la «precisión experimental» por sí misma: «Hay algo que sonaría a tragedia, si no la sobrepasase, en el destino que han corrido los trabajos de toda la vida de aquella

---

[180] *Ibid.*

[181] Crookes (1886), p. 491.

[182] Sobre «ampliación de conceptos», cf. mi (1963-4), parte IV.

[183] Este cambio está anticipado en el fascinante texto de Crookes de 1888, donde indica que la solución debería buscarse en una nueva demarcación entre lo físico y lo químico. Pero la anticipación no pasó de ser puramente filosófica; fueron Rutherford y Soddy quienes, después de 1910, la convirtieron en una teoría científica.

[183 bis] Soddy (1932), p. 50.

eminente galaxia de químicos del siglo XIX acertadamente reverenciados por sus contemporáneos por representar la cúspide y la perfección de la medición científica precisa. Al menos por el momento parece que sus resultados tan laboriosamente obtenidos tienen tan poco interés y relevancia como la determinación del peso medio de una colección de botellas, algunas de las cuales están llenas y otras más o menos vacías».) [184]

Debemos insistir en que, según la metodología de los programas de investigación aquí propuesta, nunca existió un motivo racional para *eliminar* el programa de Prout. Realmente el programa produjo un cambio magnífico y progresivo aun cuando, en las etapas intermedias, abundaron los tropiezos [185]. Nuestro resumen muestra la forma en que un programa de investigación puede enfrentarse a un conjunto importante de conocimiento científico aceptado; como si quedara plantado en un entorno hostil que paso a paso va conquistando y transformando.

Además, la historia real del programa de Prout es una excelente ilustración del enorme grado en que el progreso de la ciencia queda obstaculizado por el justificacionismo y el falsacionismo ingenuo. (La oposición a la teoría atómica en el siglo XIX fue alimentada por ambos.) Una elaboración de esta influencia particular de la mala metodología sobre la ciencia puede ser un programa de investigación prometedor para los historiadores de la ciencia.

c2) Bohr: un programa de investigación que progresa sobre fundamentos insconscientes.

Nuestra tesis quedará aún más clarificada (y ampliada) con un breve resumen del programa de investigación de Bohr sobre la emisión de la luz (en la física cuántica *temprana*) [186].

La historia del programa de investigación de Bohr puede ser caracterizada por: 1) su problema inicial; 2) su heurística positiva y negativa; 3) los problemas que trató de solucionar en el curso de su

---

184 *Ibid.*

185 Estos tropiezos inevitablemente inducen a muchos científicos individuales a archivar o a abandonar completamente el programa para vincularse a otros programas de investigación en los que la heurística positiva parezca ofrecer en el momento éxitos más fáciles; la historia de la ciencia no puede entenderse *completamente* sin tener en cuenta la psicología de las masas (cf. *abajo*, pp. 119-23).

186 De nuevo esta sección puede parecerle al historiador una caricatura más que un resumen, pero confío en que cumplirá su función (cf. *arriba*, p. 72). Algunas de sus afirmaciones deben sazonarse no ya con un poco sino con toneladas de sal.

desarrollo; 4) su punto de regresión (o si se quiere, su «punto de saturación»), y, finalmente, 5) el programa por el que fue superado.

El problema de fondo era el misterio de la estabilidad de los átomos de Rutherford (esto es, diminutos sistemas planetarios con los electrones girando alrededor de un núcleo positivo), y ello porque según la corroborada teoría Maxwell-Lorentz sobre electromagnetismo, deberían colapsar. Pero también la teoría de Rutherford estaba bien corroborada. La sugerencia de Bohr fue ignorar por el momento la inconsistencia y desarrollar conscientemente un programa de investigación cuyas versiones «refutables» fueran inconsistentes con la teoría Maxwell-Lorentz [187]. Propuso cinco postulados como *centro firme* de su programa: «1) que la radiación de energía (dentro del átomo) no es emitida (o absorbida) de la forma continua supuesta en la electrodinámica ordinaria, sino sólo durante la transición de los sistemas entre distintos estados «estacionarios». 2) Que el equilibrio dinámico de los sistemas en los estados estacionarios está gobernado por las leyes ordinarias de la mecánica mientras que tales leyes no se cumplen para la transición de los sistemas entre estados diferentes. 3) Que la radiación emitida durante la transición de un sistema entre dos estados estacionarios es homogénea y que la relación entre la frecuencia v y la magnitud total de energía emitida E viene dada por $E=hv$, donde h es la constante de Planck. 4) Que *los distintos estados estacionarios de un sistema sencillo consistente* en un electrón girando alrededor de un núcleo positivo quedan determinados por la condición de que la relación entre la energía total emitida durante la formación de la configuración y la frecuencia de revolución del electrón es un múltiplo entero de $1/2h$. Suponiendo que la órbita del electrón es circular, este supuesto equivale al supuesto de que el momento angular del electrón alrededor del núcleo es igual a un múltiplo entero de $h/2\pi$. 5) Que el estado «permanente» de cualquier sistema atómico, esto es, el estado en que la energía emitida es máxima, queda determinado por la condición de que el momento angular de cada electrón alrededor del centro de su órbita es igual a $h/2\pi$ [188].

Debemos apreciar la diferencia metodológica crucial entre la inconsistencia introducida por el programa de Prout y la introducida por el de Bohr. El programa de investigación de Prout declaró la guerra a la química analítica de su tiempo; su heurística positiva

---

[187] Por supuesto, éste es un argumento adicional contra la tesis de J. O. Wisdom, según la cual las teorías metafísicas pueden ser refutadas mediante una teoría científica muy corroborada que las contradiga (Wisdom, 1963). También cf. *arriba,* p. 41, texto de la n. 78, y p. 59.

[188] Bohr (1913a), p. 874.

estaba diseñada para destruirla y sustituirla. Pero el programa de investigación de Bohr no contenía un designio análogo. Su heurística positiva, aun cuando hubiera tenido un éxito completo, hubiera dejado sin resolver la inconsistencia con la teoría Maxwell-Lorentz [189]. Sugerir una idea tal requería un valor aún mayor que el de Prout; la idea se le ocurrió a Einstein, pero la encontró inaceptable y la rechazó [190]. Realmente *algunos de los programas de investigación más importantes de la historia de la ciencia estaban injertados en programas más antiguos con relación a los cuales eran claramente inconsistentes.* Por ejemplo, la astronomía copernicana estaba «injertada» en la física aristotélica y el programa de Bohr en el de Maxwell. Tales «injertos» son irracionales para el justificacionista y para el falsacionista ingenuo, puesto que ninguno de ellos puede apoyar el crecimiento sobre fundamentos inconsistentes. Por ello normalmente quedan ocultos mediante estratagemas *ad hoc* (como la teoría de Galileo de la inercia circular o el principio de correspondencia de Bohr y, más tarde, el de complementariedad), cuyo único propósito es ocultar la «deficiencia» [191]. Conforme crece el joven programa injertado, termina la coexistencia pacífica, la simbiosis se hace competitiva y los defensores del nuevo programa tratan de sustituir completamente al antiguo.

Bien pudo ser el éxito de su programa «injertado» lo que más tarde indujo erróneamente a Bohr a creer que tales inconsistencias fundamentales en los programas de investigación pueden y deben ser aceptadas *en principio,* que no presentan ningún problema serio y que simplemente debemos acostumbrarnos a ellas. En 1922 Bohr trató de dulcificar los criterios de la crítica científica; argumentó que «*lo máximo* que se puede pedir a una teoría (esto es, a un programa) es que la clasificación (que establece) pueda llevarse tan lejos que contribuya al desarrollo del área de observación mediante la predicción de fenómenos *nuevos*» [192].

Esta afirmación de Bohr es similar a la de d'Alembert cuando éste se enfrentó a la inconsistencia de los fundamentos de la teoría infinitesimal: «*Allez en avant et la foi vous viendra.*» Según Margenau, «se comprende que, emocionados por su éxito, estos hombres

---

[189] Bohr mantenía en este momento que la teoría Maxwell-Lorentz *a la postre* tendría que ser sustituida. (La teoría del fotón de Einstein ya había indicado esta necesidad.)

[190] Hevesy (1913); cf. también *arriba,* p. 69, texto de n. 167.

[191] En nuestra metodología no son necesarias tales estratagemas protectoras *ad hoc.* Pero, por otra parte, resultan inofensivas mientras claramente sean consideradas como problemas y no como soluciones.

[192] Bohr (1922); subrayado añadido.

se olvidaran de que existía una malformación en la arquitectura de la teoría, porque el átomo de Bohr se asentaba como una torre barroca sobre la base gótica de la electrodinámica clásica»[193]. Pero de hecho la «malformación» no fue olvidada; todos la tenían presente y sólo la ignoraron (en medida mayor o menor) durante la fase progresiva del programa[194]. Nuestra metodología de los programas de investigación muestra la racionalidad de esta actitud, pero también muestra la irracionalidad de la defensa de tales malformaciones una vez que ha concluido la fase progresiva.

Debo añadir aquí que en las décadas de los años treinta y cuarenta Bohr abandonó su exigencia de «nuevos fenómenos» y se mostró preparado para «continuar con la tarea inmediata de coordinar la evidencia variopinta relativa a los fenómenos atómicos que se acumulaba de día en día en la exploración de este nuevo campo del conocimiento»[195]. Esto indica que para entonces Bohr ya había vuelto a la noción de «salvar los fenómenos», mientras que Einstein insistía sarcásticamente en que «toda teoría es cierta en el supuesto de que se asocien adecuadamente sus símbolos con las cantidades observadas»[196].

Pero la *consistencia* (en el sentido fuerte del término)[197] *debe continuar siendo un principio regulador importante* (de rango superior al requisito sobre cambios progresivos de problemáticas); y las inconsistencias (incluyendo las anomalías) *deben* ser consideradas como problemas. La razón es sencilla. Si la ciencia busca la verdad,

---

193 Margenau (1960), p. 311.

194 Sommerfeld lo ignoró más que Bohr: cf. *abajo*, p. 86, n. 219.

195 Bohr (1949), p. 206.

196 Citado en Schrodinger (1958), p. 170.

197 Dos proposiciones son inconsistentes si su conjunción carece de modelo, esto es, si no hay una interpretación de sus términos descriptivos en que la conjunción resulte cierta. Pero en el discurso informal utilizamos más términos informativos que en el discurso formal: damos una interpretación fija a algunos términos descriptivos. En este sentido informal dos proposiciones pueden ser (débilmente) inconsistentes, dada la interpretación habitual de algunos términos característicos, aunque formalmente, en alguna interpretación no considerada, puedan ser consistentes. Por ejemplo, las primeras teorías del spin del electrón eran inconsistentes con la teoría especial de la relatividad si a «spin» se le daba su interpretación habitual («fuerte») y por ello el término era tratado como un término formativo; pero la inconsistencia desaparece si «spin» es tratado como un término descriptivo carente de interpretación. La razón por la que no debemos abandonar las interpretaciones habituales con excesiva facilidad es que tal debilitamiento de los significados puede debilitar la heurística positiva del programa. (Por otra parte, en algunos casos tales cambios de significado pueden ser progresivos: cf. *arriba*, p. 58.)

Sobre la cambiante demarcación entre términos formativos y descriptivos en el discurso informal, cf. mi (1963-4), 9 (b), especialmente p. 335, n. 1.

debe buscar la consistencia; si renuncia a la consistencia, renuncia a la verdad. Pretender que «debemos ser modestos en nuestras exigencias» [198], que debemos resignarnos a las inconsistencias (sean importantes o no) continúa siendo un vicio metodológico. Por otra parte, esto no significa que el descubrimiento de una inconsistencia (o de una anomalía) deba frenar *inmediatamente* el desarrollo de un programa; puede ser racional poner la inconsistencia en una cuarentena temporal, *ad hoc,* y continuar con la heurística positiva del programa. Esto se ha hecho en matemáticas como muestran los ejemplos del primer cálculo infinitesimal y de la teoría ingenua de conjuntos [199].

Desde este punto de vista el «principio de correspondencia» de Bohr desempeñó un interesante doble papel en su programa. Por una parte funcionaba como un importante principio heurístico que sugería muchas hipótesis científicas nuevas que, a su vez, originaban nuevos hechos, especialmente en el terreno de la intensidad de las líneas del espectro [200]. Por otra parte, también funcionaba como un mecanismo de defensa que «permitía utilizar en una máxima medida los conceptos de las teorías clásicas de la mecánica y de la electrodinámica a pesar del contraste entre estas teorías y los cuanta de acción» [201] en lugar de insistir en la urgencia de un programa unificado. En este segundo papel reducía el grado de problematicidad del programa [202].

Por supuesto, el programa de investigación de la teoría cuántica en su conjunto fue un programa «injertado» y por ello inaceptable

---

198 Bohr (1922), último párrafo.

199 Los falsacionistas ingenuos tienden a considerar este liberalismo como un *crimen contra la razón.* Su principal argumento es el siguiente: «Si aceptáramos las contradicciones tendríamos que abandonar cualquier clase de actividad científica: ello representaría la destrucción completa de la ciencia. Ello puede mostrarse probando que *si se aceptan dos enunciados contradictorios, entonces cualquier enunciado debe ser aceptado* porque de un par de enunciados contradictorios se puede inferir válidamente cualquier enunciado... Una teoría que contiene una contradicción resulta, por ello, enteramente inútil *como teoría*» (Popper, 1940). Para hacer justicia a Popper hay que destacar que en este texto él está argumentando contra la dialéctica hegeliana en la que la inconsistencia se convierte en *una virtud;* y Popper tiene toda la razón cuando señala sus peligros. Pero Popper nunca analizó pautas de progreso empírico (o no empírico) a partir de fundamentos inconsistentes: realmente en la sección 24 de su (1934) hace de la consistencia y la falsabilidad los requisitos indispensables de cualquier teoría científica. En el capítulo 3 discuto este problema con más detalle.

200 Cf. e. g. Kramers (1923).

201 Bohr (1923).

202 Born en su (1954) ofrece una lúcida exposición del principio de correspondencia que confirma en gran medida esta doble evaluación: «El arte de conjeturar fórmulas correctas que se desvían de las clásicas pero que incluyen a éstas como un caso límite... alcanzó un elevado grado de perfección.»

para físicos de tendencias profundamente conservadoras como Planck. Con relación a un programa injertado existen dos posiciones extremas e igualmente irracionales.

La *posición conservadora* consiste en frenar el nuevo programa hasta que se solucione de algún modo la inconsistencia básica con relación al programa antiguo: es irracional trabajar sobre fundamentos inconsistentes. Los «conservadores» concentrarán sus esfuerzos en la eliminación de la inconsistencia mediante una explicación (aproximada) de los postulados del nuevo programa en términos del programa antiguo; entienden que es irracional continuar con el programa nuevo sin una *reducción* exitosa de la clase mencionada. El mismo Planck adoptó esta opción. No tuvo éxito a pesar de los diez años de duro trabajo que invirtió en ello [203]. Por ello no es enteramente correcta la observación de Laue según la cual su conferencia del 14 de diciembre de 1900 representó «el nacimiento de la teoría cuántica»; aquel día nació el programa reduccionista de Planck. La decisión de continuar adelante sobre fundamentos temporalmente inconsistentes fue adoptada por Einstein en 1905, pero incluso él vaciló en 1913, cuando Bohr comenzó a avanzar de nuevo.

La *posición anarquista* con respecto a los programas injertados consiste en exaltar la anarquía de los fundamentos como una virtud y en considerar la inconsistencia (débil), bien como una propiedad básica de la naturaleza o como una limitación última del conocimiento humano, como hicieron algunos seguidores de Bohr.

La mejor caracterización de la *posición racional* es la actitud de Newton, quien se enfrentó a una situación que era en cierta medida similar a la que acabamos de analizar. La mecánica cartesiana del empuje en la que originalmente estaba injertado el programa de Newton era (débilmente) inconsistente con la teoría newtoniana de la gravitación. Newton trabajó en su heurística positiva (con éxito) *y* en un programa reduccionista (sin éxito) y desaprobó tanto la actitud de los cartesianos que, como Huyghens, entendían que no se debía perder el tiempo en un programa ininteligible, como la de algunos de sus apresurados discípulos que, como Cotes, pensaban que la inconsistencia no presentaba ningún problema [204].

---

[203] Sobre la fascinante historia de esta larga serie de fracasos descorazonadores, cf. Whittaker (1953), pp. 103-4. El mismo Planck ofrece una dramática descripción de estos años: «Mis inútiles intentos de introducir los cuanta elementales de acción en la teoría clásica continuaron durante numerosos años y representaron mucho trabajo. Muchos de mis colegas consideraron este proceso como próximo a la tragedia» (Planck, 1947).

[204] Por supuesto, un programa reduccionista sólo es científico si explica más de lo que trata de explicar; de otro modo, la reducción no es científica (cf. Pop-

Por tanto, la posición racional con respecto a los programas «injertados» es explotar su poder heurístico sin resignarse al caos fundamental sobre el que se está construyendo. En conjunto esta actitud dominó la antigua teoría cuántica anterior a 1925. En la nueva teoría cuántica, posterior a 1925, resultó dominante la posición «anarquista», y la física cuántica moderna, en la «interpretación de Copenhague», se convirtió en uno de los principales portaestandartes del oscurantismo filosófico. En la *nueva* teoría, el famoso «principio de complementariedad» de Bohr entronizó la inconsistencia (débil) como un rasgo básico último de la naturaleza y fundió el positivismo subjetivista, la dialéctica antilógica e incluso la filosofía del lenguaje común en una alianza poco santa. Después de 1925 Bohr y sus asociados introdujeron un nuevo debilitamiento (carente de precedentes) de las reglas críticas aplicables a las teorías científicas. Esto originó una derrota de la razón en el seno de la física moderna y un culto anarquista al caos inexplicable. Einstein protestó: *«La filosofía (¿o religión?) tranquilizadora de Heisenberg y Bohr* está tan cuidadosamente creada que por el momento suministra una cómoda almohada para el creyente auténtico»[205]. Por otra parte, los criterios de Einstein, *demasiado* rigurosos, puede que fueran la razón que le impidió descubrir (o tal vez sólo publicar) el modelo de Bohr y la mecánica ondulatoria.

Einstein y sus aliados no han ganado la batalla. En la actualidad los libros de texto de física están repletos de afirmaciones como ésta: «Los dos puntos de vista, cuanta y campos de fuerza electromagnéticos, son complementarios en el sentido de Bohr. Esta complementariedad es uno de los grandes logros de la filosofía natural;

---

hechos nuevos, entonces la reducción representa un cambio regresivo de problemática y se trata de un simple ejercicio lingüístico. Los esfuerzos cartesianos de reforzar su metafísica para poder interpretar la gravitación newtoniana en sus propios términos, es un ejemplo notable de tales reducciones meramente lingüísticas. Cf. *arriba*, p. 58, n. 138.

[205] Einstein (1928). Entre los críticos del «anarquismo» de Copenhague debemos mencionar, además de Einstein, a Popper, Landé, Schrodinger, Margenau, Blokhinzer, Bohm, Fényes y Jánossy. Para una defensa de la interpretación de Copenhague, cf. Heisenberg (1955); hay una demoledora crítica reciente en Popper (1967). Feyerabend en su (1968-9) utiliza algunas inconsistencias e indecisiones de la posición de Bohr para elaborar una burda falsificación apologética de la filosofía de Bohr. Feyerabend describe erróneamente las actitudes críticas de Popper, Landé y Margenau con relación a Bohr, no insiste lo suficiente en la oposición de Einstein, y parece haber olvidado completamente que en algunos de sus primeros artículos sobre este tema se mostraba más popperiano que el mismo Popper.

la interpretación de Copenhague de la epistemología de la teoría cuántica ha resuelto el antiguo conflicto entre las teorías corpuscular y ondulatoria de la luz. Esta controversia ha existido desde las propiedades de reflexión y de propagación rectilínea de Herón de Alejandría en el siglo I a. C., pasando por las propiedades ondulatorias y de interferencia de Young y Marxwell en el siglo XIX. En la última mitad del siglo la teoría cuántica de la radiación ha resuelto *completamente* la dicotomía de una forma sorprendentemente hegeliana.» [206]

Volvamos a la lógica de la investigación de la *antigua* teoría cuántica y, en particular, concentrémonos en su *heurística positiva*. El plan de Bohr fue elaborar primero la teoría del átomo de hidrógeno. Su primer modelo había de basarse en un protón fijo como núcleo, con un electrón en una órbita circular; en su segundo modelo quiso calcular una órbita elíptica en un plano fijo; después trató de eliminar las restricciones claramente artificiales del núcleo fijo y del plano fijo; después pensó en tener en cuenta la posible rotación del electrón [207] y más tarde confió en extender su programa a la estructura de átomos complejos y moléculas y al efecto de los campos electromagnéticos sobre ellos, etc. Todo esto fue planificado desde el principio; la idea de que los átomos son análogos a sistemas planetarios originó un programa largo y difícil, pero optimista, y claramente señaló la política de investigación [208]. «En aquel tiempo (en el año 1913) parecía que la auténtica clave del misterio había sido hallada

---

[206] Power (1964), p. 31 (subrayado añadido). Aquí «completamente» debe interpretarse literalmente. Como leemos en *Nature* (*222*, 1969, pp. 1034-5): «Es absurdo pensar que cualquier elemento fundamental de la teoría (cuántica) puede ser falso... No se puede mantener el argumento de que los resultados *científicos* siempre son temporales. Lo que es temporal es la concepción de la física moderna que tienen los filósofos, porque aún no han comprendido la profundidad con que los descubrimientos de la física cuántica afectan a la totalidad de la epistemología... La afirmación de que el lenguaje ordinario es la fuente última de la carencia de ambigüedades de la descripción física, queda verificada de la forma más convincente por las condiciones observacionales de la física cuántica.»

[207] Esto es una reconstrucción racional. En realidad Bohr aceptó esta idea sólo en su (1926).

[208] Además de esta analogía había otra idea básica en la heurística positiva de Bohr: el «principio de correspondencia». Ya indicó esto en 1913 (cf. el segundo de sus cinco postulados citados más *arriba* en p. 92), pero lo desarrolló sólo más tarde cuando lo utilizó como un principio guía para resolver algunos problemas de los modelos posteriores y más sofisticados (como los estados e intensidades de polarización). La peculiaridad de esta segunda parte de su heurística positiva era que Bohr no creía su versión metafísica: pensaba que era una regla temporal hasta que llegara la sustitución de la teoría electromagnética clásica (y posiblemente de la mecánica).

y que sólo se necesitaba tiempo y paciencia para resolver completamente sus enigmas.» [209]

El famoso artículo primero de Bohr de 1913 contenía el paso inicial del programa de investigación. Contenía su primer modelo (lo llamaré M_1), que ya predecía hechos no previstos hasta entonces por ninguna teoría previa: la longitud de onda del espectro de líneas de emisión del hidrógeno. Aunque algunas de esas longitudes de onda eran conocidas antes de 1913 (las series de Balmer eran de 1885 y las de Paschen de 1908), la teoría de Bohr predecía mucho más que estas dos series conocidas. Y las contrastaciones pronto corroboraron el contenido nuevo: una serie adicional de Bohr fue descubierta por Lyman en 1914; otra por Brackett en 1922 y aún otra por Pfund en 1924.

Dado que las series de Balmer y de Paschen eran conocidas antes de 1913, algunos historiadores presentan esta historia como un ejemplo del «ascenso inductivo» de Bacon: 1) el caos de las líneas del *espectro;* 2) *una «ley empírica»* (Balmer); 3) la *explicación teórica* (Bohr). Esto ciertamente se parece a los tres «niveles» de Whewell. Pero el progreso de la ciencia difícilmente hubiera sido retrasado de no haber contado con los elogiables ensayos y errores del ingenioso maestro suizo: la ruta especulativa de la ciencia, desarrollada por las audaces especulaciones de Planck, Rutherford, Einstein y Bohr hubiera producido deductivamente los resultados de Balmer, como enunciados contrastadores de sus teorías, sin el llamado trabajo «pionero» de Balmer. En la reconstrucción racional de la ciencia hay escasas recompensas para los esfuerzos de quienes producen «conjeturas ingenuas» [210].

---

209 Davisson (1937). Una euforia similar experimentó MacLaurin en 1748 con relación al programa de Newton: «Puesto que la filosofía de Newton se fundamenta en el experimento y en la demostración, no puede fracasar mientras no cambie la razón o la naturaleza de las cosas... Lo único que Newton dejó por hacer a la posteridad fue observar los cielos y computar posteriormente los modelos» (MacLaurin, 1748, p. 8).

210 Utilizo la expresión «conjetura ingenua» como un término técnico en el sentido de mi (1963-4). Se encontrará el estudio de un caso particular y una crítica detallada del mito de la «base inductiva» de la ciencia (natural o matemática) en mi (1963-4), sección 7, especialmente pp. 298-307. Allí muestro que la «conjetura ingenua» de Descartes y Euler de que para todos los poliedros $V-E+F=2$ era irrelevante y superflua para el desarrollo posterior; como ejemplos adicionales se puede mencionar que el trabajo de Boyle y sus sucesores para establecer $pv=RT$ era irrelevante para el ulterior desarrollo teórico (excepto por lo que se refiere al desarrollo de algunas técnicas experimentales), del mismo modo que las tres leyes de Kepler pueden haber sido superfluas para la teoría de la gravitación newtoniana.

Para una discusión ulterior de este tema, cf. *abajo,* p. 117.

De hecho, el problema de Bohr no era explicar las series de Balmer y Paschen, sino explicar la paradójica estabilidad del átomo de Rutherford. Mas aún, Bohr ni siquiera conocía estas fórmulas antes de escribir la primera versión de su artículo [211].

No todo el contenido nuevo del primer modelo de Bohr, M_1, fue corroborado. Por ejemplo, en M_1 Bohr *pretendió ser capaz de predecir* todas las líneas del espectro de emisión del hidrógeno. Pero existía evidencia experimental de una serie de hidrógeno que según M_1 de Bohr no debía existir. La serie anómala era la serie ultravioleta Pickering-Fowler.

Pickering descubrió esta serie en 1896 en el espectro de la estrella ζ Puppis. Fowler, tras haber descubierto su primera línea también en el sol en 1898, produjo toda la serie en un tubo de descarga que contenía hidrógeno y helio. Ciertamente se podía argumentar que la línea monstruo nada tenía que ver con el hidrógeno; después de todo, el sol y ζ Puppis contienen muchos gases y el tubo de descarga también contenía helio. Realmente la línea *no* podía producirse en un tubo de hidrógeno puro. Pero la «técnica experimental» de Pickering y Fowler, que originó una hipótesis falsadora de la ley de Balmer, tenía un fundamento teórico plausible aunque nunca severamente contrastado: a) sus series tenían el mismo número de convergencia que las series de Balmer y por ello se aceptó que era una serie de hidrógeno, y b) Fowler dio una explicación plausible por la que el helio no podía ser responsable de la producción de la serie [212].

Sin embargo, Bohr no quedó muy impresionado por la «autoridad» de los físicos experimentales. No puso en duda su «precisión experimental» o la «fiabilidad de sus observaciones» sino que atacó su teoría observacional. Realmente propuso una alternativa. Primero elaboró un nuevo modelo M_2 de su programa de investigación: el modelo de helio ionizado con un doble protón orbitado por un elec-

211 Cf. Jammer (1966), pp. 77 y ss.

212 Fowler (1912). Por cierto, su teoría «observacional» fue suministrada por las «investigaciones teóricas de Rydberg», que «en ausencia de una prueba experimental estricta, consideró que justificaban su conclusión (experimental)» (p. 65). Pero su colega teórico, el profesor Nicholson, se refirió tres meses más tarde a los descubrimientos de Fowler como «confirmaciones de laboratorio de la conclusión teórica de Rydberg» (Nicholson, 1913). Esta pequeña historia entiendo que corrobora mi tesis favorita de que la mayoría de científicos tienden a saber de la ciencia poco más que los peces de la hidrodinámica.

En el Informe de la Presidencia correspondiente al 93 Congreso General Anual de la Royal Astronomical Society, se describe la «observación de Fowler en experimentos de laboratorio de nuevas líneas de hidrógeno que durante tanto tiempo han desafiado los esfuerzos de los físicos» como «un avance de gran interés» y como «un triunfo del trabajo experimental propiamente dirigido».

trón. Ahora este modelo predecía una serie ultravioleta en el espectro de helio ionizado que coincide con las series Pickering-Fowler. Esta era una teoría rival. Entonces sugirió un «experimento crucial»: predijo que la serie de Fowler puede producirse, posiblemente con líneas aún más fuertes, en un tubo lleno de una mezcla de helio y cloro. Además Bohr explicó a los experimentadores, sin mirar siquiera a sus aparatos, el poder catalítico del hidrógeno en el experimento de Fowler y del cloro en el que él sugería [213]. Tenía razón [214]. De este modo la primera derrota aparente del programa de investigación se convirtió en una resonante victoria.

Sin embargo, la victoria inmediatamente fue puesta en duda. Fowler aceptó que su serie no era una serie de hidrógeno sino de helio. Pero señaló que el «ajuste de la anormalidad» de Bohr [215] fracasaba de todas formas: las longitudes de onda de la serie de Fowler difieren de forma importante de los valores previstos por el M_2 de Bohr. Por tanto, la serie, aunque no refuta a M_1, refuta a M_2 y debido a la estrecha conexión entre M_1 y M_2 debilita a M_1 [216].

Bohr rechazó el argumento de Fowler: *por supuesto* él nunca había pretendido que M_2 se tomara demasiado en serio. Sus valores estaban basados en un cálculo rudimentario aplicado al electrón en órbita alrededor de un núcleo fijo; *por supuesto,* en realidad gira en torno al centro común de gravedad; *por supuesto,* lo mismo que sucede cuando se tratan problemas de dos cuerpos, es necesario sustituir la masa por la masa reducida: $m_e = m_e/[1+(m_e/m_n)]$ [217]. Este modelo modificado fue el M_3 de Bohr. Y el mismo Fowler tuvo que admitir que Bohr de nuevo tenía razón [218].

La refutación aparente de M_2 se convirtió en una victoria de M_3 y era claro que M_2 y M_3 hubieran sido desarrollados en el seno del programa (tal vez también M_{17} o M_{20}) sin *ningún* estímulo observa-

---

213 Bohr (1913b).

214 Evans (1913). Para un ejemplo similar de un físico teórico que enseña al experimentalista proclive a descubrir refutaciones, lo que él (el experimentalista) ha observado realmente, cf. *arriba,* p. 63, n. 151.

215 «Ajuste de anormalidades»: convertir a un contraejemplo en un ejemplo mediante alguna nueva teoría. Cf. mi (1963-4), pp. 127 y ss. Pero el «ajuste» de Bohr fue empíricamente progresivo: predijo un hecho nuevo (la aparición de la línea 4686 en tubos que no contienen hidrógeno).

216 Fowler (1913a).

217 Bohr (1913c). Este ajuste de la anormalidad también fue «progresivo»; Bohr predijo que las observaciones de Fowler tenían que ser ligeramente imprecisas y que la «constante» de Rydberg debía tener una estructura fina.

218 Fowler (1913b). Pero observó escépticamente que el programa de Bohr aún no había explicado las líneas del espectro del helio ordinario, no ionizado. Sin embargo, pronto abandonó su escepticismo y se unió al programa de investigación de Bohr (Fowler, 1914).

cional o experimental. Fue en este momento cuando Einstein dijo de la teoría de Bohr: «Es uno de los mayores descubrimientos»[219].

Después el programa de investigación de Bohr continuó como se había previsto. El siguiente paso fue calcular las órbitas elípticas. Esto lo hizo Sommerfeld en 1915, pero con el resultado (inesperado) de que el número, ahora incrementado, de órbitas posibles, *no* aumentaba el número de niveles de energía posibles, por lo que no parecía existir la posibilidad de un experimento crucial entre la teoría elíptica y la circular. Sin embargo, los electrones giran en torno al núcleo con una velocidad muy elevada, por lo que cuando aceleran su masa debería cambiar apreciablemente si la mecánica de Einstein es cierta. Cuando Sommerfeld calculó tales correcciones relativistas obtuvo un nuevo conjunto de niveles de energía y, por tanto, la «estructura fina» del espectro.

El paso a este nuevo modelo relativista requería una capacitación matemática muy superior con relación a la requerida para los primeros modelos. El logro de Sommerfeld fue primordialmente matemático[220].

Es curioso observar que los pares del espectro del hidrógeno ya habían sido descubiertos en 1891 por Michelson[221]. Moseley señaló inmediatamente tras la primera publicación de Bohr que «no explica la segunda línea más débil que se encuentra en cada espectro»[222]. Bohr no se preocupó: estaba convencido de que la heurística positiva de su programa de investigación, *llegado el momento,* explicaría e incluso corregiría las observaciones de Michelson[223]. Y así sucedió. La teoría de Sommerfeld era, por supuesto, inconsistente con las primeras versiones de Bohr: los experimentos sobre la estructura fina (corrigiendo las antiguas observaciones) suministraron la evidencia crucial favorable. Muchas de las derrotas de los primeros modelos de Bohr fueron convertidas por Sommerfeld y la escuela de Munich en victorias del programa de investigación de Bohr.

Resulta interesante observar que del mismo modo que Einstein se cansó y aminoró su ritmo de trabajo en la mitad del progreso espectacular de la física cuántica en 1913, Bohr se cansó e hizo lo mismo en 1916; y al igual que Bohr en 1913 había asumido el lide-

---

219 Cf. Hevesy (1913): «Cuando le hablé del espectro de Fowler los grandes ojos de Einstein parecieron aún mayores y me dijo: "Entonces es uno de los *mayores descubrimientos.*"»

220 Sobre los esenciales aspectos matemáticos de los programas de investigación, cf. *arriba,* p. 71.

221 Michelson (1891-2), especialmente pp. 287-9. Michelson ni siquiera menciona a Balmer.

222 Moseley (1914).

223 Sommerfeld (1916), p. 68.

razgo cedido por Einstein, Sommerfeld en 1916 asumió el liderazgo cedido por Bohr. La diferencia entre la atmósfera de la escuela de Copenhague de Bohr y la escuela de Munich de Sommerfeld, era notoria: «En Munich se utilizaban formulaciones más concretas y por ello más fácilmente comprensibles: se había tenido éxito en la sistematización del espectro y en el uso de modelos vectoriales. En Copenhague, sin embargo, se entendía que aún no se había descubierto un lenguaje adecuado para los nuevos fenómenos, había reticencias con respecto a las formulaciones demasiado precisas, se expresaban con mayor cautela, en términos generales, y por ello la comprensión resultaba mucho más difícil.»[224].

Nuestro resumen muestra el modo en que un cambio progresivo puede suministrar credibilidad (y una *racionalidad*) a un programa inconsistente. Bohr, en su nota necrológica de Planck, describe vívidamente este proceso: «Por supuesto, la simple introducción de los cuanta de acción aún no equivale al establecimiento de una auténtica teoría cuántica..., las dificultades que la introducción de los cuanta de acción en la bien establecida teoría clásica encontró desde el principio ya han sido indicadas. Gradualmente han crecido en lugar de disminuir; la investigación, en su marcha ascendente, ha pasado por alto algunas de ellas, pero las lagunas teóricas subsistentes siguen representando un enojoso problema para el físico teórico consciente. De hecho, lo que en la teoría de Bohr servía como base para las leyes de acción son ciertas hipótesis que hace una generación hubieran sido completamente rechazadas por cualquier físico. El que en el seno del átomo ciertas órbitas cuánticas (esto es, elegidas según el principio del cuanto) desempeñen una función especial, puede ser concedido; resulta ligeramente menos fácil de aceptar el supuesto adicional de que los electrones, que se mueven en órbitas curvilíneas y por ello aceleradas, no radien energía. Pero el que la frecuencia, claramente definida, de un cuanto de luz emitida sea diferente de la frecuencia del electrón que la emite, sería considerado por el teórico educado en la escuela clásica como monstruoso y apenas concebible. Pero los números (o más bien los *cambios progresivos de problemáticas*) deciden y consiguientemente la posición se ha invertido. Mien-

---

[224] Hund (1961). Este tema se discute extensamente en Feyerabend (1968-9), pp. 83-7. Pero el artículo de Feyerabend es muy tendencioso. Su principal finalidad es diluir el anarquismo metodológico de Bohr y mostrar que Bohr *se opuso* a la interpretación de Copenhague del nuevo programa cuántico (posterior a 1925). Para ello, por una parte Feyerabend exagera la insatisfacción de Bohr acerca de la inconsistencia del antiguo programa cuántico (anterior a 1925), y, por la otra, atribuye excesiva importancia al hecho de que Sommerfeld se preocupara menos del carácter problemático de los fundamentos inconsistentes del *viejo* programa que Bohr.

tras que originalmente el problema era incorporar, con una distorsión mínima, un elemento nuevo y extraño en un sistema existente que era generalmente reconocido como completo, el hecho es que *ahora el intruso, tras haber conquistado una posición segura, ha pasado a la ofensiva* y parece cierto que está a punto de destruir el antiguo sistema por alguna de sus partes. El problema es saber cuál es esa parte y en qué medida ello va a suceder.»[225].

Una de las cuestiones más importantes que se aprenden al estudiar programas de investigación es que hay un número relativamente pequeño de experimentos que sean realmente importantes. La orientación heurística que recibe el físico teórico de las contrastaciones y de las «refutaciones» es normalmente tan trivial que la contrastación a gran escala (o incluso el preocuparse demasiado por los datos ya disponibles) puede resultar una pérdida de tiempo. En la mayoría de los casos no necesitamos refutaciones para saber que una teoría requiere una sustitución urgente: en cualquier caso la heurística positiva del programa nos impulsa hacia adelante. Además, el ofrecer una interpretación severamente refutable de una versión en crecimiento de un programa constituye una peligrosa crueldad metodológica. Es posible incluso que las primeras versiones sólo se apliquen a casos «ideales» no existentes; puede consumir décadas de trabajo teórico el llegar a los primeros hechos nuevos y aún más tiempo el llegar a versiones de *contrastación interesante* de los programas de investigación, a etapas en que las refutaciones ya no son previsibles a la luz del programa mismo.

Por tanto, la dialéctica de los programas de investigación no es necesariamente una serie alternante de conjeturas especulativas y refutaciones empíricas. La interacción entre el desarrollo del programa y los frenos empíricos puede ser muy diversa; la pauta que se cumpla en la realidad sólo depende de accidentes históricos. Mencionaremos tres variantes típicas.

1) Imaginemos que cada una de las tres primeras versiones consecutivas, H_1, H_2, H_3, predice con éxito algunos hechos nuevos y otros sin éxito; esto es, cada nueva versión queda corroborada *y* refutada a la vez. Finalmente se propone H_4, que predice algunos hechos nuevos y resiste las contrastaciones más severas. El cambio de problemática es progresivo y además encontramos en este caso una maravillosa sucesión popperiana de conjeturas y refutaciones[226].

[225] Born (1948), p. 180 (subrayado añadido).

[226] En las tres primeras pautas no introducimos complicaciones como apelaciones triunfantes contra el veredicto de los científicos experimentales.

Podemos admirar este caso como un ejemplo clásico de trabajo teórico y experimental conjunto.

2) Otra posibilidad sería imaginar a un Bohr solitario (posiblemente sin que le precediera Balmer) elaborando H_1, H_2, H_3, H_4, pero que por razones de autocrítica no publica hasta H_4. Después se contrasta H_4 y toda la evidencia se convierte en corroboraciones de H_4, la primera (y única) hipótesis publicada. En este caso se advierte que el teórico va por delante del experimentador: se trata de un período de autonomía relativa del progreso teórico.

3) Imaginemos que *toda* la evidencia empírica mencionada en estos tres modelos está disponible en el momento de invención de H_1, H_2, H_3 y H_4. En este caso, H_1, H_2, H_3, H_4 no representa un cambio progresivo de problemática y por ello, aunque toda la evidencia apoye a sus teorías, el científico debe continuar trabajando para probar el valor científico de su programa [227]. Esta situación puede originarse bien porque un programa de investigación más antiguo (que ha sido atacado por el que conduce a H_1, H_2, H_3, H_4) ya había producido tales hechos o porque hay mucho dinero público destinado a la recopilación de hechos sobre las líneas del espectro y hubo mercenarios que tropezaron con tales datos. Sin embargo, este último caso es muy improbable porque, como solía decir Cullen, «el número de hechos falsos defendidos en el mundo es infinitamente superior al de teorías falsas»[228]; en la mayoría de tales casos el programa de investigación entrará en conflicto con los hechos disponibles, el teórico examinará las «técnicas experimentales» del experimentador y, tras destruirlas y sustituirlas, corregirá los hechos produciendo así otros nuevos [229].

Tras esta digresión metodológica regresemos al programa de Bohr. No todos los desarrollos del programa fueron previstos y pla-

---

227 Esto muestra que si exactamente las mismas teorías y la misma evidencia se reconstruyen racionalmente en diferentes órdenes temporales, pueden constituir o bien un cambio progresivo o regresivo. También cf. MCE, cap. 8, pp. 239-40.

228 Cf. McCulloch (1825), p. 19. Se encontrará un poderoso argumento sobre lo extremadamente improbable de tal pauta *abajo*, p. 94.

229 Tal vez deberíamos mencionar que la recopilación maniática de datos y la «excesiva» precisión impiden incluso la formación de hipótesis empíricas ingenuas como la de Balmer. De haber conocido Balmer el espectro preciso de Michelson, ¿hubiera descubierto su fórmula? O bien, si los datos de Tycho Brahe hubieran sido más precisos, ¿se hubiera formulado nunca la ley elíptica de Kepler? Lo mismo es aplicable a la primera versión ingenua de la ley general de los gases, etc. La conjetura de Descartes y Euler sobre poliedros puede que nunca hubiera aparecido de no ser por la escasez de datos; cf. mi (1963-4), pp. 298 y ss.

nificados cuando se esbozó por primera vez la heurística positiva. Cuando aparecieron algunas sorprendentes lagunas en los modelos sofisticados de Sommerfeld (nunca aparecieron algunas de las líneas previstas), Pauli propuso una profunda hipótesis auxiliar (su «principio de exclusión») que no sólo explicaba las lagunas conocidas sino que remodelaba la teoría del sistema periódico de elementos y anticipaba algunos hechos entonces desconocidos.

No deseo ofrecer aquí una exposición detallada del desarrollo del programa de Bohr. Pero desde un punto de vista metodológico su estudio minucioso es una verdadera mina de oro: su progreso, maravillosamente rápido, y sobre fundamentos inconsistentes, fue asombroso; la belleza, originalidad y éxito empírico de sus hipótesis auxiliares, defendidas por científicos brillantes e incluso geniales, no tenía precedentes en la historia de la Física[230]. En alguna ocasión, la siguiente versión del programa sólo requirió de alguna mejora trivial, como la sustitución de «masa» por «masa reducida». Sin embargo, y en otras ocasiones, para llegar a la versión siguiente se requerían nuevas y sofisticadas matemáticas, como las matemáticas del problema de «muchos-cuerpos», o nuevas y sofisticadas teorías físicas auxiliares. La física o las matemáticas adicionales o bien se tomaban de alguna parte del conocimiento existente (como la teoría de la relatividad) o se inventaban (como el principio de exclusión de Pauli). En el segundo caso nos encontramos con un cambio creativo de la heurística positiva.

Pero incluso a este gran programa le llegó un momento en que su poder heurístico quedó agotado. Se multiplicaron las hipótesis *ad hoc* que no podían ser sustituidas por explicaciones acrecentadoras de contenido. Por ejemplo, la teoría de Bohr del espectro molecular predecía la siguiente fórmula para las moléculas diatómicas:

$$v = \frac{h}{8\pi^2 I}\,[(m+1)^2 - m^2].$$

Pero la fórmula quedó refutada. Los seguidores de Bohr sustituyeron el término m^2 por $m(m+1)$; esto se ajustaba a los hechos, pero evidentemente era una alteración *ad hoc.*

230 «Entre la aparición de la gran trilogía de Bohr de 1913 y el nacimiento de la mecánica ondulatoria en 1925, se publicó un gran número de artículos que convertían las ideas de Bohr en una impresionante teoría sobre los fenómenos atómicos. Se trató de un esfuerzo colectivo y los nombres de los físicos que contribuyeron al mismo forman una larga lista: Bohr, Klein, Rosseland, Kramers, Pauli, Sommerfeld, Planck, Einstein, Ehrenfest, Epstein, Debye, Schwarzschild, Wilson» (Ter Haar, 1967, p. 43).

Después llegó el problema de algunos pares inexplicados en el espectro del álcali. Landé los explicó en 1924 mediante una «regla de división relativista» *ad hoc* y Goudsmit y Uhlenbeck en 1925 por el spin del electrón. Si la explicación de Landé era *ad hoc,* la de Goudsmit y Uhlenbeck era, además, inconsistente con la teoría especial de la relatividad: los puntos en la superficie del electrón tenían que viajar con mayor velocidad que la luz y el electrón tenía que ser mayor incluso que el átomo [231]. Se necesitaba gran valor para proponer esto. (A Kronig se le ocurrió antes la idea, pero se abstuvo de publicarla porque pensó que era inadmisible.) [232]

Pero la temeridad para proponer audaces inconsistencias ya no suministraba recompensas adicionales. El programa se retrasó con relación al descubrimiento de los «hechos». Las anomalías no digeridas inundaron el terreno. Había comenzado la fase regresiva del programa de investigación, con inconsistencias aún más estériles y con hipótesis aún más *ad hoc;* usando una de las frases favoritas de Popper, puede decirse que comenzó a perder «su carácter empírico» [233]. Había muchos problemas, como la teoría de las perturbaciones, de los que ni siquiera podía esperarse que fueran resueltos en su seno. Pronto apareció un programa de investigación rival: la mecánica ondulatoria. El nuevo programa no sólo explicó en su primera versión (De Broglie, 1924) las condiciones cuánticas de Planck y Bohr, sino que condujo a un sorprendente hecho nuevo, al experimento Davisson-Germer. En sus versiones posteriores, crecientemente sofisticadas, ofreció soluciones para problemas que habían estado enteramente fuera del alcance del programa de investigación de Bohr y explicó las teorías tardías y *ad hoc* del programa de Bohr mediante otras que satisfacían criterios metodológicos exigentes. La mecánica ondulatoria pronto alcanzó, venció y sustituyó al programa de Bohr.

El artículo de De Broglie apareció en un momento en que el programa de Bohr estaba degenerando. Pero esto fue una mera coin-

---

[231] En una nota de su artículo se lee: «Se debe observar que (según nuestra teoría) la velocidad periférica del electrón excedería considerablemente a la velocidad de la luz» (Uhlenbeck y Goudsmit, 1925).

[232] Jammer (1966), pp. 146-8 y 151.

[233] Para una vívida descripción de esta fase regresiva del programa de Bohr, cf. Margenau (1950), pp. 311-13.

En la fase progresiva de un programa el principal estímulo heurístico procede de la heurística positiva: en gran medida se ignoran las anomalías. En la fase regresiva el poder heurístico del programa se desvanece. En ausencia de un programa rival esta situación puede reflejarse en la psicología de los científicos mediante una hipersensibilidad poco habitual con relación a las anomalías y un sentimiento de «crisis» kuhniana.

cidencia. Me pregunto qué hubiera sucedido si De Broglie hubiera escrito y publicado su artículos en 1914 y no en 1924.

d) Un nuevo examen de los experimentos cruciales: el fin de la racionalidad instantánea

Sería equivocado suponer que se debe ser fiel a un programa de investigación hasta que éste ha agotado todo su poder heurístico, que no se debe introducir un programa rival antes de que todos acepten que probablemente ya se ha alcanzado el nivel de regresión. (Aunque comprendemos la irritación del físico que, en medio de la fase progresiva del programa de investigación, se ve enfrentado por una proliferación de vagas teorías metafísicas que no estimulan progreso empírico alguno)[234]. Nunca se debe permitir que un programa de investigación se convierta en una *Weltanschauung,* en un canon del rigor científico, que se erige en árbitro entre la explicación y la no-explicación, del mismo modo que el rigor matemático se erige como árbitro entre la prueba y la no-prueba. Desgraciadamente esta es la postura que defiende Kuhn: realmente lo que él llama «ciencia normal» no es sino un programa de investigación que ha obtenido el monopolio. Pero de hecho los programas de investigación pocas veces han conseguido un monopolio completo y ello sólo durante períodos de tiempo relativamente cortos, a pesar de los esfuerzos de algunos cartesianos, newtonianos y bohrianos. *La historia de la ciencia ha sido y debe ser una historia de programas de investigación que compiten (o si se prefiere, de «paradigmas»), pero no ha sido ni debe convertirse en una sucesión de períodos de ciencia normal; cuanto antes comience la competencia tanto mejor para el progreso.* El «pluralismo teórico» es mejor que el «monismo teórico»; sobre este tema Popper y Feyerabend tienen razón y Kuhn está equivocado[235].

---

[234] Esto es lo que más debe haber irritado a Newton de la «proliferación escéptica de teorías» por obra de los cartesianos.

[235] Sin embargo, algo puede decirse en favor de que al menos *algunas* personas se aferren a un programa de investigación hasta que éste alcanza su «punto de saturación»; entonces se pide a un programa nuevo que explique todos los éxitos del antiguo. No constituye un argumento contra este punto de vista el que el programa rival ya haya explicado, cuando fue propuesto por vez primera, todos los éxitos del primer programa; el crecimiento de un programa de investigación no puede predecirse; por sí mismo puede estimular importantes e imprevisibles teorías auxiliares. Además, si una versión A_n de un programa de investigación P_1, es matemáticamente equivalente a una versión A_m de un programa rival P_2, ambas tendrían que ser desarrolladas; puede ser que su poder heurístico sea muy diferente.

La idea de programas de investigación científica en competencia nos conduce a este problema: *¿cómo son eliminados los programas de investigación?* De nuestras consideraciones previas se desprende que un desplazamiento regresivo de problemática es una razón tan insuficiente para eliminar un programa de investigación como las anticuadas «refutaciones» o las «crisis» kuhnianas. *¿Puede existir alguna razón objetiva* (en contraposición a socio-psicológica) *para rechazar un programa, esto es, para eliminar su núcleo firme y su programa para la construcción de cinturones protectores?* En resumen, nuestra respuesta es que tal razón objetiva la suministra un programa de investigación rival que explica el éxito previo de su rival y le supera mediante un despliegue adicional de *poder heurístico*[236].

Sin embargo, el criterio de «poder heurístico» depende fundamentalmente del significado que atribuyamos a la expresión «novedad fáctica». Hasta ahora hemos supuesto que resulta muy fácil discernir si una nueva teoría predice un hecho nuevo o no[237]. Pero *frecuentemente la novedad de una proposición fáctica sólo puede apreciarse cuando ha transcurrido un largo espacio de tiempo.* Para explicar esta cuestión comenzaré con un ejemplo.

La teoría de Bohr implicaba lógicamente la fórmula de Balmer para las líneas del hidrógeno como una consecuencia[238]. ¿Se trataba de un hecho nuevo? Se puede sentir la tentación de responder negativamente, puesto que, después de todo, la fórmula de Balmer era muy conocida. Pero esta es una verdad a medias. Balmer simplemente «observó» B_1: que *las líneas del hidrógeno obedecen a la fórmula de Balmer.* Bohr predijo B_2: que *las diferencias en los niveles de energía de las diferentes órbitas del electrón del hidrógeno obedecen a la fórmula de Balmer.* Ahora bien, es posible afirmar que B_1 ya contiene todo el contenido puramente «observacional» de B_2. Pero afirmar esto presupone que puede existir un «nivel observacional» puro, sin mezcla de teoría e inmune al cambio teórico. De hecho, B_1 fue aceptado sólo porque las teorías ópticas, químicas y de otras clases *aplicadas* por Balmer estaban muy corroboradas y eran aceptadas como teorías interpretativas, y tales teorías podían ser puestas en duda. Se puede argumentar que es posible «depurar» incluso B_1 de sus presupuestos teóricos alcanzando así lo que Balmer realmente «observó»,

---

236 Utilizo «poder heurístico» como un término técnico para caracterizar el poder que tiene un programa de investigación de anticipar en su crecimiento hechos que son teóricamente nuevos. Por supuesto también podría hablar de «*poder explicativo*»: cf. *arriba,* pp. 49-50, n. 110.

237 Cf. *arriba,* p. 46, texto de nota 95, y p. 67, texto de la nota 164.

238 Cf. *arriba,* p. 83.

algo que puede ser expresado como la afirmación más modesta B_0: *las líneas emitidas en ciertos tubos en circunstancias específicas (o en el curso de un experimento «controlado»)* [239] *obedecen a la fórmula de Balmer.* *Ahora bien, algunos de los argumentos de Popper demuestran que *nunca* podemos llegar de este modo a ningún sólido fundamento observacional; es fácil mostrar que hay teorías observacionales involucradas en B_0 [240]. Por otra parte, dado que el programa de Bohr había probado su poder heurístico tras un dilatado desarrollo progresivo, su mismo núcleo firme hubiera quedado corroborado [241] y por ello cualificado como teoría interpretativa u «observacional». Pero entonces B_2 puede considerarse como un *hecho nuevo* y no como una mera reinterpretación teórica de B_1.

Estas consideraciones confieren importancia adicional al elemento retrospectivo en nuestras evaluaciones y conducen a una mayor liberalización de nuestros criterios. Un nuevo programa de investigación que acaba de iniciar su carrera puede comenzar por explicar «hechos antiguos» de una forma nueva y puede suceder que no sea capaz de producir hechos «genuinamente nuevos» hasta mucho tiempo después. Por ejemplo, la teoría cinética del calor durante décadas *pareció* retrasada con relación a los resultados de la teoría fenomenológica, pero finalmente la superó como la teoría Einstein-Smoluchowski acerca del movimiento browniano de 1905. Tras esto, lo que previamente había parecido una reinterpretación especulativa de hechos antiguos (sobre el calor, etc.) resultó ser un descubrimiento de hechos nuevos (sobre átomos).

Todo esto indica que no podemos eliminar un programa de investigación en crecimiento simplemente porque, por el momento, no haya conseguido superar a un poderoso rival. No deberíamos abando-

---

[239] Cf. *arriba*, p. 40, n. 75.

[240] Uno de los argumentos de Popper es particularmente importante: «Existe una generalizada creencia en que el enunciado "Veo que esta mesa es blanca" tiene, desde el punto de vista de la epistemología, alguna profunda ventaja con relación al enunciado "Esta mesa es blanca". Pero desde el punto de vista de evaluar sus posibles contrastaciones objetivas, el primer enunciado que habla sobre mí no parece más seguro que el segundo enunciado que habla sobre la mesa» (1934, sección 27). Neurath hace un comentario característicamente torpe sobre este pasaje: «Para nosotros tales enunciados protocolarios tienen la ventaja de *tener más estabilidad*. Es posible mantener el enunciado "La gente del siglo XVI veía espadas flamígeras en el cielo", mientras que se rechaza "Había espadas flamígeras en el cielo"» (Neurath, 1935, p. 362).

[241] *Diremos de pasada que esta observación define un «grado de corroboración» para los núcleos firmes «irrefutables» de los programas de investigación. La teoría de Newton (aislada) no tenía contenido empírico, pero estaba, en este sentido, muy corroborada.*

narlo si constituyera (en el supuesto de que su rival no estuviera presente) un cambio progresivo de problemática[242]. *Y ciertamente debemos considerar a un hecho que acaba de ser reintepretado como un hecho nuevo, ignorando las insolentes pretensiones de prioridad de los coleccionistas de hechos no profesionales. Mientras un joven programa de investigación pueda ser reconstituido racionalmente como un cambio progresivo de problemática, debe ser protegido durante un tiempo de su poderoso rival establecido*[243].

En conjunto estas consideraciones acentúan la importancia de la tolerancia metodológica, pero dejan sin responder la pregunta sobre cómo son eliminados los programas de investigación. Puede ser que el lector sospeche incluso que tanta insistencia en la falibilidad liberaliza o, más bien, debilita nuestros criterios hasta el punto de confundirse con los del escepticismo radical. Ni siquiera los célebres «experimentos cruciales» tendrán fuerza para destruir un programa de investigación: cualquier cosa vale[244].

Esta sospecha carece de fundamento. *En el seno* de un programa de investigación los «experimentos cruciales menores» entre versiones subsiguientes son muy corrientes. Los experimentos «deciden» fácilmente entre la versión científica n y la n + 1, puesto que la n + 1 no sólo es inconsistente con la n sino que también la supera. Si la versión n + 1 tiene más contenido corroborado a la luz de *algún* programa y a la luz de algunas teorías observacionales muy corroboradas, la eliminación es relativamente un asunto rutinario (sólo relativamente, puesto que incluso en este caso la decisión puede ser apelada). También los procedimientos de apelación son fáciles en algunas ocasiones: en muchos casos la teoría observacional que se discute, lejos de estar muy corroborada, constituye de hecho un supuesto ingenuo, inarticulado y oculto; sólo la confrontación descubre la existencia de este supuesto oculto, y origina su articulación, contrastación y destrucción. Sin embargo, muchas veces las teorías observacionales forman parte de algún programa de investigación y

---

242 Por cierto, en la metodología de los programas de investigación, el significado pragmático de «rechazo» (de un programa) resulta absolutamente claro: significa *la decisión de dejar de trabajar en él.*

243 Algunos prudentemente pueden considerar que este período de desarrollo protegido es «*precientífico*» (o «teórico») y que sólo se debe reconocer su carácter auténticamente científico (o empírico) cuando comience a producir hechos genuinamente nuevos; pero en tal caso su reconocimiento tendrá que ser retroactivo.

244 Por cierto, *este conflicto entre falibilidad y crítica puede ser correctamente considerado como el principal problema (y fuerza impulsora) del programa de investigación popperiano sobre teoría del conocimiento.*

en tales casos el procedimiento de apelación origina un conflicto entre dos programas de investigación; en tales casos un *experimento crucial fundamental* puede ser necesario.

Cuando compiten dos programas de investigación, sus primeros modelos «ideales» normalmente se ocupan de diferentes aspectos del dominio (por ejemplo, el primer modelo de la óptica semicorpuscular de Newton describía la refracción de la luz; el primer modelo de la óptica ondulatoria de Huyghens, la interferencia de la luz). Conforme se expanden los programas de investigación rivales, gradualmente penetran en el territorio del otro hasta suceder que la versión n del primero es inconsistente de forma flagrante y dramática con la versión m del segundo [245]. Se realiza repetidamente un experimento y como resultado, el primero es derrotado en *esta batalla* mientras que gana el segundo. Pero la guerra no ha terminado: a cualquier programa se le permiten unas cuantas derrotas como ésta. Todo lo que necesita para un contraataque es producir una versión acrecentadora de contenido (n + 1) o (n + k) y una verificación de una parte de su contenido nuevo.

Si tras continuados esfuerzos tal contraataque no se produce, la guerra se ha perdido y el experimento original se considera *retrospectivamente* como crucial. Pero especialmente si el programa derrotado es un programa joven y de crecimiento rápido y si decidimos otorgar crédito suficiente a sus éxitos precientíficos, los experimentos cruciales se disuelven uno tras otro con la ola de su marcha ascendente. Incluso si el programa derrotado es un programa antiguo y «gastado», próximo a su «punto de saturación natural» [246], puede continuar resistiendo durante mucho tiempo, defendiéndose con ingeniosas innovaciones acrecentadoras de contenido aun cuando éstas no obtengan la recompensa del éxito empírico. Es muy difícil derrotar a un programa de investigación que esté defendido por científicos imaginativos y de talento. Alternativamente los defensores recalci-

---

245 Un caso especialmente interesante de tal competencia es la *simbiosis competitiva;* aquellos casos en que un nuevo programa se injerta en otro viejo con el que es inconsistente; cf. *arriba,* p. 78.

246 No existe un «punto de saturación natural»; en mi (1963-4), especialmente en las páginas 327-8, me mostré con mayor talante hegeliano y pensé que tal cosa existía; ahora utilizo la expresión de forma irónica. No existe una limitación predecible o descubrible de la imaginación humana para inventar teorías nuevas y acrecentadoras de contenido, ni de la «destreza de la razón» *(List der Vernunft)* para recompensarlas con algún éxito empírico aunque sean falsas o incluso si la nueva teoría tiene menos verosimilitud (en el sentido de Popper) que su predecesora. (Probablemente cualquier teoría científica formulada por un ser humano será falsa; sin embargo, puede ser recompensada con éxitos empíricos e incluso tener una verosimilitud creciente.)

trantes del programa derrotado pueden ofrecer explicaciones *ad hoc* de los experimentos o una astuta reducción *ad hoc* del programa victorioso al derrotado. Pero debemos rechazar tales esfuerzos como no-científicos [247].

Nuestras consideraciones explican el por qué los experimentos cruciales sólo han sido considerados como cruciales décadas más tarde. Las elipses de Kepler fueron aceptadas con generalidad como evidencia crucial en favor de Newton y contra Descartes sólo aproximadamente cien años después de que Newton formulara tal pretensión. La conducta anómala del perihelio de Mercurio era conocida desde hacía décadas como una de las muchas dificultades no resueltas del programa de Newton, pero fue el hecho de que la teoría de Einstein la explicó mejor, lo que transformó a una anomalía vulgar en una «refutación» brillante del programa de investigación de Newton [248]. Jung afirmó que su experimento de la doble ranura de 1802 era un experimento crucial entre los programas de la óptica corpuscular y de la óptica ondulatoria; pero esta pretensión sólo fue aceptada mucho más tarde, después de que Fresnel desarrollara el programa ondulatorio de modo progresivo y cuando resultó claro que los newtonianos no podían igualar su poder heurístico. La anomalía, que era conocida desde hacía décadas, recibió el título honorífico de refutación, el experimento, el título honorífico de «experimento crucial», pero todo ello sólo tras un largo período de desarrollo desigual de los dos programas rivales. El movimiento browniano estuvo en la mitad del campo de batalla durante casi un siglo antes de que fuera considerado como la causa de la derrota del programa de investigación fenomenológico e inclinara el curso de la guerra en favor de los atomistas. La «refutación» de Michelson de la serie de Balmer fue ignorada durante una generación hasta que la respaldó el programa de investigación triunfante de Bohr.

Puede resultar interesante examinar con detalle algunos ejemplos de experimentos cuyo carácter crucial sólo retrospectivamente resultó evidente. En primer lugar me ocuparé del célebre experimento Michelson-Morley de 1887 que supuestamente refutó la teoría del éter

[247] Para un ejemplo, cf. *arriba*, p. 58, n. 138.

[248] *Por lo tanto, una anomalía de un programa de investigación es un fenómeno que consideramos que debe ser explicado en términos del programa. En términos más generales, podemos hablar, siguiendo a Kuhn, de «puzzles»; un «puzzle» de un programa es un problema que consideramos como un desafío para ese programa particular. Un «puzzle» puede resolverse de tres formas: solucionándolo en el seno del programa original (la anomalía se convierte en un ejemplo); neutralizándolo, esto es, solucionándolo mediante un programa independiente y distinto (la anomalía desaparece), o, finalmente, solucionándolo mediante un programa rival (la anomalía se convierte en un contraejemplo).*

y «condujo a la teoría de la relatividad»; después analizaré los experimentos Lummer-Pringsheim que supuestamente refutaron a la teoría clásica de la radiación y «condujeron a la teoría cuántica» [249]. Por fin discutiré un experimento del que muchos físicos pensaron que sería decisivo contra las leyes de conservación, pero que, de hecho, terminó como su corroboración más victoriosa.

d1) El experimento Michelson-Morley

Michelson ideó por primera vez un experimento para contrastar las teorías contradictorias de Fresnel y Stokes sobre la influencia del movimiento de la Tierra en el éter [250] durante su visita al Instituto Helmholtz de Berlín en 1881. Según la teoría de Fresnel, la Tierra se mueve a través de un éter en reposo, pero el éter de la Tierra es *parcialmente* arrastrado con la Tierra; por ello la teoría de Fresnel implicaba que la velocidad del éter exterior a la Tierra con relación a la Tierra era positiva (esto es, la teoría de Fresnel implicaba la existencia de un «viento de éter»). Según la teoría de Stokes, el éter era impulsado juntamente con la tierra y en las inmediaciones de la superficie de la tierra la velocidad del éter era igual a la de la tierra: por ello su velocidad relativa era cero (esto es, no había viento de éter en la superficie). Stokes pensó inicialmente que las dos teorías eran observacionalmente equivalentes; por ejemplo, con supuestos auxiliares adecuados ambas teorías explicaban la aberración de la luz. Pero Michelson afirmó que su experimento de 1881 era un experimento crucial entre las dos y que *probaba* la teoría de Stokes [251]. Afirmó que la velocidad de la Tierra con relación al éter es mucho menor que la anticipada por la teoría de Fresnel. En realidad concluyó que de su experimento «se sigue la *conclusión necesaria* de que la hipótesis (de un éter estacionario) es errónea. Esta conclusión *contradice directamente* la explicación del fenómeno de la aberración que supone que la Tierra se mueve a través del éter mientras este último permanece en reposo» [252]. Como sucede a menudo, sucedió que un teórico enseñó una lección al experimentador Michelson. Lorentz, el principal físico teórico del período, mostró (en lo que más tarde Michelson describió como «un análisis muy minucioso de todo el experimento») [253] que Michelson interpretó erró-

---

[249] Cf. Popper (1934), sección 30.

[250] Cf. Fresnel (1818), Stokes (1845) y (1846). Para una excelente exposición breve, cf. Lorentz (1895).

[251] Esto se desprende, de forma tangencial, de la última sección de su (1881).

[252] Michelson (1881), p. 128 (subrayado añadido).

[253] Michelson y Morley (1887), p. 335.

neamente los hechos y que lo que había observado *no* contradecía de hecho la hipótesis del éter estacionario. Lorentz demostró que los cálculos de Michelson estaban equivocados; la teoría de Fresnel predecía solamente la mitad del efecto que había calculado Michelson. Lorentz concluyó que el experimento de Michelson no refutaba la teoría de Fresnel y que ciertamente tampoco probaba la teoría de Stokes. A continuación Lorentz mostraba que la teoría de Stokes era inconsistente; suponía que el éter de la superficie de la tierra estaba en reposo con relación a la tierra y requería que la velocidad relativa tuviera un potencial; ambas condiciones son incompatibles. Pero incluso si Michelson hubiera refutado la teoría del éter estacionario, el programa quedaba intacto; es fácil construir otras versiones distintas del programa del éter que predicen valores muy pequeños para el viento del éter; él mismo, Lorentz, produjo una de tales versiones. Esta teoría era contrastable y Lorentz la sometió orgullosamente al veredicto experimental[254]. Michelson y Morley aceptaron el desafío. La velocidad relativa de la Tierra con relación al éter de nuevo parecía ser cero, en contra de la teoría de Lorentz. Pero ahora Michelson ya era más cauteloso en la interpretación de sus datos e incluso pensó en la posibilidad de que el sistema solar como un todo pudiera haberse movido en la dirección opuesta a la Tierra; por ello decidió repetir el experimento «a intervalos de tres meses evitando así toda incertidumbre»[255]. Michelson en su segundo artículo ya no habla de «conclusiones necesarias» y «contradicciones directas». Piensa solamente que de su experimento se sigue que «parece, por lo que precede, *razonablemente cierto* que si existe cualquier movimiento relativo entre la Tierra y el éter lumínico, éste debe ser *pequeño;* lo bastante pequeño como para refutar enteramente la explicación de Fresnel de la aberración»[256]. De modo que en este artículo Michelson aún pretende haber refutado la teoría de Fresnel (y también la nueva teoría de Lorentz), pero no se dice una palabra sobre su pretensión de 1881 según la cual había refutado «la teoría del éter estacionario» en general. (Realmente pensaba que para hacer tal cosa tendría que contrastar la existencia del viento del éter también en altitudes elevadas, «en la cima de una montaña aislada, por ejemplo».[257])

---

[254] Lorentz (1886). Sobre la inconsistencia de la teoría de Stokes, cf. su (1892b).

[255] Michelson y Morley (1887), p. 341. Pero Pearce Williams señala que nunca lo hizo (Pearce Williams, 1968, p. 34).

[256] *Ibid.*, p. 341 (subrayado añadido).

[257] Michelson y Morley (1887). Esta observación demuestra que Michelson comprendió que su experimento de 1887 era completamente consistente con la existencia de un viento de éter situado más arriba. Max Born en su (1920), esto

Mientras que algunos teóricos del éter, como Kelvin, no confiaban en la habilidad experimental de Michelson [258], Lorentz señaló que a pesar de la ingenua pretensión de Michelson, ni siquiera su nuevo experimento «suministra evidencia alguna relacionada con el problema por el que ha sido llevado a cabo» [259]. Es perfectamente posible considerar la teoría de Fresnel como una teoría *interpretativa* que interpreta los hechos en lugar de ser refutada por ellos, y en tal caso, como mostró Lorentz, «la importancia del experimento Michelson-Morley radica más bien en el hecho de que puede enseñarnos algo sobre los *cambios de dimensiones*» [260]: las dimensiones de los cuerpos son afectadas por sus movimientos a través del éter. Lorentz elaboró este «cambio creativo» del programa de Fresnel con gran habilidad y por ello pretendió haber «eliminado la contradicción entre la teoría de Fresnel y el resultado de Michelson» [261]. Pero admitió que «puesto que la naturaleza de las fuerzas moleculares nos es enteramente desconocida, resulta imposible contrastar la hipótesis» [262]; *al menos en ese momento* no podía predecir hechos nuevos [263].

---

es, treinta y tres años más tarde, afirmó que del experimento de 1887 «*debemos* concluir que el viento de éter no existe» (subrayado añadido).

[258] Kelvin dijo en el Congreso Internacional de Física de 1900 que «la única nube en el cielo claro de la teoría del éter era el resultado nulo del experimento Michelson-Morley» (cf. Miller, 1925) e inmediatamente persuadió a Morley y a Miller, que estaban allí, para que repitieron el experimento.

[259] Lorentz (1892a).

[260] *Ibid.* (subrayado añadido).

[261] Lorentz (185).

[262] Lorentz (1892b).

[263] Fitzgerald, al mismo tiempo e independientemente de Lorentz, creó una versión contrastable de este «cambio creativo» que rápidamente fue refutada por los experimentos de Trouton, Rayleigh y Brace; era progresiva desde un punto de vista teórico pero no empírico. Cf. Whittaker (1947), p. 53, y Whittaker (1953), pp. 28-30.

Existe una opinión generalizada según la cual la teoría de Fitzgerald era «*ad hoc*». Lo que quieren decir los físicos contemporáneos es que la teoría era *ad hoc*$_2$ (cf. *arriba*, p. 56, n. 133): «*No existía evidencia empírica (positiva) independiente en su favor*» (cf. e.g. Larmor, 1904, p. 624). Más tarde y bajo la influencia de Popper, el término «*ad hoc*» fue usado fundamentalmente en el sentido de *ad hoc*$_1$; no existía una contrastación *independiente* posible para ella. Pero como muestran los experimentos refutadores, es un error pretender, como hace Popper, que la teoría de Fitzgerald era *ad hoc*$_1$ (cf. Popper, 1934, sección 20). Ello muestra una vez más la importancia de distinguir entre *ad hoc*$_1$ y *ad hoc*$_2$.

Cuando Grunbaum, en su (1959a) señaló el error de Popper, éste admitió el mismo, pero replicó que la teoría de Fitzgerald ciertamente era más *ad hoc* que la de Einstein (Popper, 1959b) y que ello suministraba otro «ejemplo excelente de "grados de la condición *ad hoc*" y una de las tesis principales de (su) libro era precisamente que los *grados de la condición ad hoc* están (inversamente) relacionados con los grados de contrastabilidad e importancia. Pero la dife-

Mientras tanto, en 1897 Michelson llevó a cabo su experimento largamente esperado para medir la velocidad del viento del éter en las cimas de las montañas. No encontró tal cosa. Puesto que antes pensaba que había probado la teoría de Stokes que predecía un viento de éter en las alturas, Michelson enmudeció. Si la teoría de Stokes aún era correcta, el gradiente de la velocidad del éter había de ser muy pequeño. Michelson hubo de concluir que «la influencia de la Tierra sobre el éter se extendía a distancias del orden del diámetro de la Tierra» [264]. Pensó que este era un resultado «improbable» y decidió que en 1887 había extraído una conclusión equivocada de su experimento: era la teoría de Stokes la que debía rechazarse y la de Fresnel la que debía ser aceptada; decidió que aceptaría *cualquier* hipótesis auxiliar razonable para salvarla, incluyendo la teoría de Lorentz de 1892 [265] Con todo, en ese momento parecía preferir la contracción de Fitzgerald-Lorentz y en 1904 sus colegas de Case estaban tratando de descubrir si esta contracción varía con materiales diferentes [266].

Mientras que la mayoría de los físicos intentaron interpretar los experimentos de Michelson en el marco del programa del éter, Einstein, desconocedor del trabajo de Michelson, Fitzgerald y Lorentz, pero estimulado fundamentalmente por la crítica de Mach de la mecánica newtoniana, llegó a un nuevo y progresivo programa de investigación [267]. Este nuevo programa no sólo «predecía» y explicaba el resultado del experimento Michelson-Morley, sino que también predecía un gran conjunto de hechos previamente insospechados que obtuvieron corroboraciones espectaculares. *Sólo entonces,* veinticinco años después de que se produjera, consiguió el experimento Michelson-Morley llegar a ser considerado como «el máximo experimento negativo de la historia de la ciencia» [268]. Pero esto no fue apreciado instantáneamente. Aun aceptando que el experimento era negativo no era claro con respecto a qué lo era. Además, Michelson en 1881 pensó que también era positivo, puesto que defendió que había re-

---

rencia no es simplemente un asunto de grados de una condición *ad hoc* única que pueda ser medida por la contrastabilidad. También cf. *abajo,* p. 117.

264 Michelson (1897), p. 478.

265 Realmente Lorentz comentó inmediatamente: «Mientras que (Michelson) considera improbable una influencia de la tierra tan extensa, por el contrario, yo la *esperaría*» (Lorentz, 1897; subrayado añadido).

266 Morley y Miller (1904).

267 Ha existido una importante controversia sobre el fundamento histórico-heurístico de la teoría de Einstein, y de acuerdo con ella, esta afirmación puede resultar falsa.

268 Bernal (1965), p. 530. Para Kelvin, en 1905, era solamente una «nube en el cielo claro»: cf. *arriba,* p. 110, n. 258.

futado la teoría de Fresnel y verificado la de Stokes. Tanto Michelson como Fitzgerald y Lorentz, posteriormente, explicaron el resultado *positivamente* en el seno del programa del éter [269]. Como sucede con todos los resultados experimentales, su negatividad con relación al programa antiguo sólo fue establecida *más tarde* mediante la lenta acumulación de intentos *ad hoc* para explicarlo de acuerdo con el antiguo y regresivo programa, y mediante el establecimiento gradual de un nuevo programa victorioso *progresivo* del que se ha convertido en un caso corroborador. Pero nunca se pudo excluir, en términos racionales, la posibilidad de rehabilitar alguna parte del antiguo programa «regresivo».

Sólo un proceso extremadamente difícil e indefinidamente largo puede establecer la victoria de un programa de investigación sobre su rival; y no es prudente utilizar la expresión «experimento crucial» de forma apresurada. Incluso cuando se advierte que un programa de investigación desplaza a su predecesor, tal desplazamiento no se debe a los «experimentos cruciales», e incluso si más tarde se ponen en duda algunos de tales experimentos cruciales, el nuevo programa de investigación no puede ser frenado sin un poderoso y progresivo resurgimiento del programa antiguo [270]. La negatividad y la importancia del experimento Michelson-Morley radica fundamentalmente en el cambio progresivo del nuevo programa de investigación al que prestó un fuerte apoyo, y su «grandeza» no constituye sino un reflejo de la grandeza de los dos programas implicados.

Sería interesante ofrecer un análisis detallado de los cambios opuestos involucrados en el decadente destino de la teoría del éter. Bajo la influencia del falsacionismo ingenuo la fase regresiva más interesante de la teoría del éter posterior al «experimento crucial» de Michelson fue simplemente ignorada por la mayoría de los seguidores de Einstein. Creyeron que el experimento Michelson-Morley derrotaba de un solo golpe a la teoría del éter cuya persistencia sólo

---

269 En realidad el excelente texto de Física de Chwolson decía en 1902 que la probabilidad de la hipótesis del éter roza la certeza (cf. Einstein, 1909, p. 817).

270 Polanyi se complace en explicar que Miller en 1925, y en su alocución presidencial a la American Physical Society, anunció que a pesar de los informes de Michelson y Morley, él contaba con una «evidencia demoledora» en favor de la corriente de éter; a pesar de ello permaneció fiel a la teoría de Einstein. Polanyi concluye que ningún aparato conceptual «objetivista» puede explicar la aceptación o el rechazo de las teorías por parte de los científicos (Polanyi, 1958, pp. 12-14). Pero mi reconstrucción convierte la tenacidad del programa de investigación einsteniano ante la supuesta evidencia contraria, en un fenómeno completamente *racional* y por ello debilita el mensaje místico post-crítico de Polanyi.

se debía al oscurantismo conservador. Por otra parte, este período de la teoría del éter posterior a Michelson no fue objeto de un escrutinio crítico por parte de los anti-einsteinianos, quienes entendían que la teoría del éter no había sufrido ningún retroceso; lo que era bueno de la teoría de Einstein ya estaba esencialmente en la teoría del éter de Lorentz y la victoria de Einstein se debía exclusivamente a la moda positivista. Pero, de hecho, la larga serie de experimentos de Michelson desde 1881 a 1935 diseñados para contrastar diferentes versiones sucesivas del programa del éter suministra un ejemplo fascinante de una problemática que sufre cambios regresivos [271]. (Pero los programas de investigación pueden liberarse de esta clase de aprietos. Es bien sabido que resulta fácil reforzar la teoría del éter de Lorentz de forma que se convierta, en un interesante sentido, en equivalente a la teoría de Einstein que no utiliza el éter [272]. En el contexto de un gran «cambio creativo» el éter aún puede regresar. [273])

El hecho de que sólo se puedan evaluar los experimentos retrospectivamente explica el que el experimento de Michelson no fuera ni siquiera mencionado en la literatura entre 1881 y 1886. En realidad cuando un físico francés, Potier, señaló a Michelson su error de 1881, éste decidió no publicar una nota de corrección y explica las razones de esta decisión en una carta a Rayleigh de marzo de 1887: «He intentado repetidamente interesar a mis amigos científicos en este experimento sin resultado y la razón de que no publi-

---

[271] *Una señal típica de la degeneración de un programa, no discutida en este artículo, es la proliferación de «hechos» contradictorios. Usando una teoría falsa como teoría interpretativa, se pueden obtener (sin cometer ningún «error experimental») proposiciones fácticas contradictorias, resultados experimentales inconsistentes.* Michelson, que se aferró al éter hasta el amargo final, resultó decepcionado fundamentalmente por la inconsistencia de los «hechos» a los que había llegado mediante mediciones ultra-precisas. Su experimento de 1887 mostró que no había un viento de éter sobre la superficie de la tierra. Pero la aberración «demostraba» que tal viento existía. Además, su experimento de 1925 (bien no mencionado o, como en Jaffé, 1960, erróneamente interpretado) también lo «probaba» (cf. Michelson y Gale, 1925, y para una rotunda crítica, Runge, 1925).

[272] Cf.e.g. Ehrenfest (1913), pp. 17-18, citado y discutido por Dorling en su (1968). Pero no debemos olvidar que *aunque dos teorías específicas sean equivalentes desde un punto de vista matemático y observacional, puede que estén incorporadas a dos programas de investigación diferentes y el poder de la heurística positiva de esos programas bien puede ser distinto.* Esta idea no ha sido tenida en cuenta por los proponentes de tales pruebas de equivalencia (un buen ejemplo es la prueba de equivalencia entre los enfoques de Schrödinger y Heisenberg de la física cuántica). También cf. *arriba*, p. 92, n. 235.

[273] Cf.e.g. Dirac (1951): «Si se reexamina el problema a la luz de nuestros conocimientos actuales, se descubre que el éter ya no queda descartado por la relatividad y hoy pueden defenderse buenas razones para postular la existencia del éter.» También cf. el último párrafo de Rabi (1961) y Prokhovnik (1967).

cara la corrección (me avergüenza confesarlo) fue que me sentía descorazonado por la escasa atención que recibía mi trabajo y pensé que no merecía la pena»[274]. Por cierto, esta carta era una respuesta a una carta de Rayleigh que hizo que Michelson conociera el artículo *de Lorentz. Esta carta desencadenó el experimento de 1887. Pero* incluso después de 1887 e incluso después de 1905 el experimento Michelson-Morley no fue generalmente considerado como una refutación de la existencia del éter y ello por buenas razones. Puede que ello explique el que a Michelson se le otorgara su Premio Nobel en 1907 no por «refutar la teoría del éter» sino por «sus instrumentos ópticos de precisión y por las investigaciones espectroscópicas y metodológicas llevadas a cabo con su ayuda»[275], y el que el experimento Michelson-Morley ni siquiera fuera mencionado en los discursos de concesión. Michelson no lo mencionó en su Conferencia Nobel y silenció el hecho de que aunque puede que originalmente diseñara sus instrumentos para medir con precisión la velocidad de la luz, se vio obligado a mejorarlos para contrastar algunas teorías específicas del éter y que la «precisión» de su experimento de 1887 fue en gran parte debida a la crítica teórica de Lorentz, un hecho que nunca menciona la literatura contemporánea habitual[276].

Por fin, se tiende a olvidar que incluso si el experimento Michelson-Morley hubiera mostrado la existencia de un «viento de éter», el programa de Einstein pudiera haber resultado victorioso a pesar de todo. Cuando Miller[277], un entusiasta defensor del programa clásico del éter publicó su sensacional conclusión de que el experimento Michelson-Morley se había desarrollado imperfectamente y que, de hecho, existía un viento de éter, el corresponsal de *Science* afirmó que «los resultados del profesor Miller destruyen radicalmente la teoría de la relatividad». Sin embargo, según Einstein, incluso si el informe de Miller hubiera sido acorde con los hechos («sólo) la *forma actual* de la teoría de la relatividad tendría que ser abandonada»[278].

[274] Shankland (1964), p. 29.

[275] Subrayado añadido.

[276] El mismo Einstein pensaba que Michelson diseñó su interferómetro para contrastar la teoría de Fresnel (cf. Einstein, 1931). Por cierto, los primeros experimentos de Michelson sobre líneas del espectro (como su 1881-2) también eran relevantes para las teorías del éter de aquel tiempo. Michelson sólo exageró su éxito en las «mediciones precisas» cuando quedó decepcionado por su falta de éxito para evaluar su relevancia con relación a las teorías. Einstein, a quien desagradaba la precisión como meta final, le preguntó por qué dedicaba tantas energías a conseguirla. La respuesta de Michelson fue «porque ello le divertía» (cf. Einstein, 1931).

[277] En 1925.

[278] Einstein (1927); subrayado añadido.

De hecho, Synge señaló que los resultados de Miller, aun aceptando sin más su veracidad, no entran en conflicto con la teoría de Einstein; es la explicación de Miller de tales resultados la que contradice a la teoría. Se puede sustituir fácilmente la teoría auxiliar existente sobre los cuerpos rígidos por la nueva teoría Gardner-Synge y en este caso los resultados de Miller quedan enteramente digeridos por el programa de Einstein [279].

d2) Los experimentos Lummer-Pringsheim

Vamos a discutir otro supuesto experimento crucial. Planck pretendió que los experimentos de Lummer y Pringsheim que «refutaron» las leyes de radiación de Wien, Rayleigh y Jeans hacia finales del siglo, «condujeron a» (o incluso «originaron») la teoría cuántica [280]. Pero de nuevo el papel desempeñado por aquellos experimentos es mucho más complicado y está muy en línea con nuestro enfoque. No se trata simplemente de que los experimentos de Lummer y Pringsheim terminaran con el enfoque clásico y fueran nítidamente explicados por la física cuántica. Por otra parte, algunas de las versiones tempranas de la teoría cuántica debidas a Einstein *implican* la ley de Wien y por ello quedaron tan refutadas por los experimentos de Lummer y Pringsheim como la teoría clásica [281]. Por otra parte, se ofrecieron varias explicaciones clásicas de la fórmula de Planck. Por ejemplo, en la reunión de 1913 de la British Association for the Advancement of Science se produjo una reunión especial sobre radiación a la que asistieron entre otros Jeans, Rayleigh, J. J. Thomson, Larmor, Rutherford, Bragg, Poynting, Lorentz, Pringsheim y Bohr. Pringsheim y Rayleigh fueron cuidadosamente neutrales sobre las especulaciones teóricas cuánticas, pero el profesor Love «representó el punto de vista tradicional y mantuvo la posibilidad de explicar los hechos relativos a la radiación sin adoptar la teoría cuántica. Criticó la aplicación de la teoría sobre la equidistribución de la energía sobre la que descansa una parte de la teoría cuántica. La evidencia más importante en favor de la teoría cuántica es el acuerdo con los experimentos de la fórmula de Planck para la capacidad de emisión de un

279 Synge (1952-4).

280 Planck (1929). Popper, en su (1934), sección 30, y Gamow en su (1966), p. 37, se ocupan de este texto. Por supuesto, los enunciados observacionales no *conducen* a una teoría determinada de forma única.

281 Cf. Ter Haar (1967), p. 18. Un programa de investigación en desarrollo normalmente comienza por explicar «leyes empíricas» ya refutadas, y esto, teniendo en cuenta mi enfoque, puede ser considerado racionalmente como un éxito.

cuerpo negro. Desde un punto de vista matemático pueden existir muchas otras fórmulas que coincidan igualmente bien con los experimentos. Se trató de una fórmula de la que es autor A. Korn que ofrecía resultados para un amplio número de casos y que conseguía una correspondencia con los resultados experimentales tan buena como la conseguida por la fórmula de Planck. Como argumento adicional en favor de que *los recursos de la teoría ordinaria no han sido agotados* señaló que puede ser posible extender a otros casos el cálculo de la capacidad de emisión de una lámina delgada que se debe a Lorentz. Para este cálculo ninguna expresión analítica sencilla puede representar los resultados para todas las posibles longitudes de onda, y puede suceder que, en general, no exista una fórmula sencilla aplicable a todas las longitudes de onda. Puede que la fórmula de Planck no sea, de hecho, sino una fórmula empírica»[282]. Un ejemplo de explicación clásica fue la de Callendar: «El desacuerdo con los experimentos de la fórmula muy conocida de Wien sobre distribución de energía en condiciones de radiación plena puede ser fácilmente explicado si suponemos que sólo representa la energía intrínseca. El valor correspondiente de la presión puede ser fácilmente deducido por referencia al principio de Carnot, como ha indicado lord Rayleigh. La fórmula que yo he propuesto (*Phil. Mag.*, octubre 1913) consiste simplemente en la suma de la presión y densidad de la energía así obtenidas, y produce una correspondencia muy satisfactoria con los resultados experimentales tanto para la radiación como para el calor específico. Creo que es preferible a la fórmula de Planck porque (entre otras razones) esta última no puede ser reconciliada con la termodinámica clásica e implica la concepción de un *cuanto* o unidad de acción indivisible, que resulta inconcebible. La magnitud física correspondiente en mi teoría, que en otro lugar he llamado molécula de calórico, no es necesariamente indivisible, pero tiene una relación muy sencilla con la energía intrínseca del átomo, que es todo lo que se necesita para explicar el hecho de que la radiación, en casos especiales, puede ser emitida en unidades atómicas que son múltiplos de una magnitud particular»[283].

Estas citas pueden haber sido tediosamente largas pero al menos muestran una vez más, y convincentemente, la ausencia de experimentos cruciales instantáneos. Las refutaciones de Lummer y Pringsheim no eliminaron el enfoque clásico del problema de la radiación. La situación puede describirse mejor señalando que la fórmula original

---

282 *Nature* (1913-14), p. 306 (subrayado añadido).
283 Callendar (1914).

«ad hoc» de Planck[284] (que se ajustaba y corregía los datos de Lummer y Pringsheim) podía ser explicada *progresivamente* dentro del nuevo programa teórico cuántico[285], mientras que ni su fórmula *ad hoc* ni las fórmulas rivales semiempíricas podían ser explicadas en el seno del programa clásico si no se pagaba el precio de un cambio regresivo de problemática. El desarrollo «progresivo» giró en torno a un cambio «creativo»: la sustitución (realizada por Einstein) de la estadística de Boltzman-Maxwell por la de Bose-Einstein[286]. La progresividad del nuevo desarrollo fue muy clara: en la versión de Planck predijo correctamente el valor de la constante Boltzman-Planck y en la versión de Einstein predijo un sorprendente conjunto de hechos nuevos adicionales[287]. Pero antes de que se inventaran las nuevas —pero del todo *ad hoc*— hipótesis auxiliares en el seno del programa antiguo, antes de que se desarrollara el nuevo programa, y antes del descubrimiento de los hechos nuevos que indicaban un cambio progresivo en el nuevo programa, antes de todo eso, la relevancia objetiva de los experimentos Lummer-Pringsheim era muy reducida.

---

284 Me refiero a la fórmula de Planck tal como éste la expuso en su (1900a), donde admitió que tras haber intentado probar durante mucho tiempo que «la ley de Wien debe ser *necesariamente* cierta», la «ley» quedó refutada. De este modo dejó de probar excelsas verdades eternas para dedicarse a «construir expresiones completamente arbitrarias». Por supuesto cualquier teoría física resulta ser «completamente arbitraria» para los criterios justificacionistas. De hecho, la fórmula arbitraria de Planck contradecía (y corregía triunfalmente) la evidencia empírica contemporánea. (Planck contó esta parte de la historia en su autobiografía científica). Por supuesto, en un sentido importante la fórmula *original* de la radiación de Planck era «arbitraria», «formal», *«ad hoc»*; era una fórmula bastante aislada que no formaba parte de un programa de investigación (cf. *abajo,* p. 117, n. 320). Como él mismo dijo: «Incluso si se da por supuesta la más absoluta y exacta validez de la fórmula de radiación, si sólo tuviera la categoría de una ley descubierta por una intuición afortunada, no podría esperarse que tuviera sino una importancia formal. Por ello desde el día mismo en que formulé esta ley me dediqué a intentar dotarla de un auténtico significado físico» (1948, p. 41). Pero la importancia esencial de «dotar a la fórmula de un significado físico» —no necesariamente «del significado físico *verdadero*»— es que tal interpretación con frecuencia origina un interesante programa de investigación y *crecimiento.*

285 Primero por el mismo Planck en su (1900b), que fundó el programa de investigación de la teoría cuántica.

286 Esto ya había sido realizado por Planck, pero sin advertirlo y por error, como si dijéramos. Cf. Ter Haar (1967), p. 18. Realmente una consecuencia de los resultados de Pringsheim y Lummer fue estimular el análisis crítico de las deducciones informales de la teoría cuántica de la radiación, deducciones que estaban sobrecargadas de «lemas ocultos» sólo articulados en el desarrollo posterior. Un paso extremadamente importante en este «proceso de articulación» fue la obra de Ehrenfest de 1911.

287 Cf.e.g. la lista de Joffé de 1910 (Joffé, 1911, p. 547).

d3) Desintegración Beta versus *Leyes de conservación*

Para terminar narraré la historia de un experimento que estuvo a punto de convertirse en «el experimento negativo más importante de la historia de la ciencia». Esta historia ilustra una vez más las enormes dificultades que existen para decidir exactamente qué es lo que aprendemos de la experiencia, qué es lo que ésta prueba y qué es lo que refuta. El experimento que examinaremos será la observación de Chadwick de la desintegración beta en 1914. Esta historia muestra que un experimento puede ser considerado, en un primer momento, como un «puzzle» rutinario inserto en un programa de investigación, promovido después casi a las alturas de un experimento crucial, y posteriormente degradado de nuevo al nivel de un «puzzle» rutinario distinto; todo ello en función de la cambiante perspectiva *global* teórica y empírica. La mayoría de las exposiciones convencionalistas no entienden estos cambios y prefieren falsificar la historia [288].

Cuando Chadwick descubrió el espectro continuo de emisión radioactiva de rayos beta en 1914, nadie pensó que este curioso fenómeno tuviera algo que ver con las leyes de conservación. En 1922 se ofrecieron dos ingeniosas explicaciones rivales insertas ambas en el marco de la física atómica del momento: una era de L. Meitner y la otra de C. D. Ellis. Según miss Meitner los electrones eran parcialmente electrones primarios del núcleo y parcialmente electrones secundarios de la corteza del electrón. Según Mr. Ellis todos eran electrones primarios. Ambas teorías contenían hipótesis auxiliares sofisticadas, pero ambas predecían hechos nuevos. Los hechos que ambas teorías predecían eran contradictorios y el testimonio experimental apoyó a Ellis en contra de Meitner [289]. Miss Meitner apeló: el «tribunal de apelación» experimental rechazó su alegación, pero dictaminó que había que rechazar una hipótesis auxiliar de la teoría de Ellis [290]. El resultado del conflicto fue un empate.

Con todo, nadie hubiera pensado que el experimento de Chadwick desafiaba a la ley de la conservación de la energía si Bohr y Kramers no hubieran llegado, precisamente cuando se desarrollaba la controversia Ellis-Meitner, a la idea de que sólo se podía desarrollar una teoría consistente si se renunciaba al principio de la conservación de la energía en procesos individuales. Uno de los rasgos prin-

[288] Una notable excepción parcial es la exposición de Pauli (Pauli, 1958). En lo que sigue trataré tanto de corregir la historia de Pauli, como de mostrar que su racionalidad puede apreciarse fácilmente a la luz de nuestro enfoque.

[289] Ellis y Wooster (1927).

[290] Meitner y Orthmann (1930).

cipales de la fascinante teoría Bohr-Kramers-Slater de 1924 era que las leyes clásicas de la conservación de la energía y del momento, fueron sustituidas por otras estadísticas [291]. Esta teoría (o más bien, «programa») fue inmediatamente refutada y ninguna de sus consecuencias fue corroborada. En realidad nunca fue desarrollada lo suficiente como para explicar la desintegración beta. Pero a pesar del abandono inmediato de este programa (no sólo debido a las «refutaciones» originadas en los experimentos Compton-Simon y Bothe-Geiger, sino también por la aparición de un poderoso rival: el programa Heisenberg-Schrodinger [292]), Bohr siguió convencido de que las leyes de conservación no estadísticas tendrían que ser finalmente abandonadas y que la anomalía de la desintegración beta nunca sería explicada a menos que tales leyes fueran sustituidas: entonces la desintegración beta sería considerada como un experimento crucial contrario a las leyes de conservación. Gamow nos explica cómo Bohr intentó utilizar la idea de no-conservación de la energía en la desintegración beta para elaborar una ingeniosa explicación de la producción, aparentemente eterna, de energía por las estrellas [293]. Sólo Pauli, en su mefistofélica necesidad de retar al Señor, siguió siendo conservador [294] y diseñó en 1930 su teoría del neutrino para explicar la desintegración beta y para salvar el principio de conservación de la energía. Comunicó su idea en una carta chispeante dirigida a una conferencia reunida en Tubingen (él prefirió quedarse en Zurich para asistir a un baile) [295]. La mencionó por primera vez en una conferencia pública celebrada en 1931 en Pasadena, pero no permitió que la conferencia fuera publicada porque sentía «inseguridad» sobre su contenido. En aquel tiempo (1932) Bohr aún pensaba que, al menos en la física nuclear, hay que renunciar a la

---

291 Slater cooperó de mala gana en el sacrificio del principio de conservación. En 1964 escribía a Van der Waerden: «Como usted sospechaba, la idea de la conservación estadística de la energía y del momento fue introducida en la teoría por Bohr y Kramers y en contra de mi criterio.» De forma muy divertida Van der Waerden hace cuanto puede para exonerar a Slater del crimen terrible de ser responsable de una teoría falsa (Van der Waerden, 1967, p. 13).

292 Popper se equivoca al sugerir que estas «refutaciones» fueron suficientes como para ocasionar la ruina de esta teoría (Popper, 1963a, p. 242).

293 Gamow (1966), pp. 72-4. Bohr nunca publicó esta teoría (tal como estaba era incontrastable), pero «parecía» (escribe Gamow) «que no le hubiera sorprendido demasiado que fuera cierta». Gamow no fecha esta teoría no publicada, pero parece que Bohr la mantuvo en 1928-9 cuando Gamow trabajaba en Copenhague.

294 Cf. la divertida pieza teatral «Fausto» producida en el Instituto de Bohr en 1932, y publicada por Gamow como un apéndice de su (1966).

295 Cf. Pauli (1961), p. 160.

idea misma de un equilibrio de energía [296]. Finalmente Pauli decidió publicar su conferencia sobre el neutrino que había pronunciado en la conferencia Solvay de 1933 a pesar del hecho de que «la recepción en el Congreso fue escéptica con excepción de dos físicos jóvenes» [297]. Pero la teoría de Pauli tenía algunos méritos metodológicos. No sólo salvaba el principio de la conservación de la energía, sino también el principio de conservación del spin y de la estadística: no sólo explicaba el espectro de la desintegración beta sino, al mismo tiempo, la «anomalía del nitrógeno» [298]. Según los criterios de Whewell esta «conjunción de inducciones» debería haber sido suficiente como para establecer la respetabilidad de la teoría de Pauli. Pero, según nuestros criterios, también se requería predecir, con éxito, algún hecho *nuevo*. La teoría de Pauli también consiguió esto. Porque la teoría de Pauli tenía una interesante consecuencia observable: de ser correcta el espectro-beta tenía que tener una nítido límite superior. En aquel momento este tema no estaba decidido, pero Ellis y Mott se interesaron en él [299] y pronto un estudiante de Ellis, Henderson, mostró que los experimentos apoyaban el programa de Pauli [300]. Bohr no se impresionó por ello. Sabía que si en alguna ocasión llegaba a despegar un programa fundamental basado en la conservación *estadística* de la energía, el creciente cinturón de hipótesis auxiliares se ocuparía de las evidencias aparentemente más negativas.

Realmente en esos años la mayor parte de los principales físicos pensaban que en la física nuclear se venían abajo las leyes de la conservación de la energía y del momento [301]. La razón fue claramente explicada por Lise Meitner, quien sólo en 1933 admitió su derrota: «Todos los intentos de defender la validez de la ley de la conservación de la energía también para procesos individuales exigían un segundo proceso (en la desintegración beta). Pero no

[296] Bohr (1932). También Ehrenfeld se alineó firmemente con Bohr contra el neutrino. El descubrimiento por Chadwick del neutrón en 1932 sólo modificó ligeramente su oposición; aún aborrecían la idea de una partícula que carece de carga e incluso, posiblemente, de masa (en reposo) y sólo tiene un spin «libre».

[297] Wu (1966).

[298] Para una fascinante discusión de los problemas no resueltos originados por la desintegración beta y por la anomalía del nitrógeno, cf. la Lección Faraday de Bohr de 1930, que fue leída antes y publicada después de la solución de Pauli (Bohr, 1932, especialmente pp. 380-83).

[299] Ellis y Mott (1933).

[300] Henderson (1934).

[301] Mott (1933), p. 823. Heisenberg, en su célebre (1932), donde introdujo el modelo del protón-neutrón del núcleo, señaló que «debido al incumplimiento de la conservación de la energía en la desintegración beta no es posible ofrecer una definición única de la energía unificadora del electrón dentro del neutrón» (p. 164).

se encontró tal proceso[302]: esto es, el programa de conservación para el núcleo mostraba un desplazamiento empíricamente regresivo. Se produjeron varios ingeniosos intentos de explicar el espectro continuo de emisión de rayos beta sin suponer una «partícula ladrona»[303]. Tales intentos se discutieron con mucho interés[304], pero fueron abandonados porque no consiguieron establecer un cambio progresivo.

En este momento entró en escena Fermi. En 1933-34 reinterpretó el problema de emisión beta en el marco del programa de investigación de la nueva teoría cuántica. De este modo comenzó un pequeño y nuevo programa de investigación sobre el neutrino (que más tarde llegó a convertirse en el programa sobre interacciones débiles). Calculó algunos modelos iniciales carentes de refinamiento[305]. Aunque su teoría aún no predecía ningún hecho nuevo, aclaró que esto era sólo un problema de aplicar trabajo adicional.

Pasaron dos años y la promesa de Fermi aún no se había materializado. Pero el nuevo programa de la física cuántica se desarrollaba con rapidez al menos por lo que se refería a los fenómenos no nucleares. Bohr se convenció de que algunas de las ideas originales básicas del programa Bohr-Kramers-Slater ahora se habían incorporado firmemente al nuevo programa cuántico, y de que el nuevo programa solucionaba los problemas teóricos intrínsecos de la antigua teoría cuántica sin afectar a las leyes de conservación. Por ello Bohr siguió con simpatía el trabajo de Fermi, y en 1930, en una secuencia de acontecimientos poco habitual, le otorgó su apoyo públicamente (prematuramente, de acuerdo con nuestros criterios).

En 1936 Shankland ideó una nueva contrastación de las teorías rivales sobre la dispersión del fotón. Sus resultados parecieron apoyar a la desacreditada teoría Bohr-Kramers-Slater y minaron la fiabilidad de los experimentos que la habían refutado una década antes[306]. El artículo de Shankland produjo una auténtica sensación. Los físicos que rechazaban las nuevas tendencias rápidamente aclamaron el experimento de Shankland. Por ejemplo, Dirac inmediatamente dio la bienvenida al regreso del programa «refutado» de Bohr-Kramers-Slater y escribió un artículo muy crítico contra la «llamada electrodinámica cuántica» pidiendo «un cambio profundo de las ideas teóricas actuales que implique un alejamiento de las leyes de conser-

---

302 Meitner (1933), p. 132.

303 E.g. Thomson (1929) y Kundar (1929-30).

304 Para una discusión muy interesante, cf. Rutherford, Chadwick y Ellis (1930), pp. 335-6.

305 Fermi (1933) y (1934).

306 Shankland (1936).

vación (para) conseguir una mecánica cuántica relativista» [307]. En el artículo Dirac sugirió de nuevo que la desintegración beta bien puede convertirse en un elemento de la evidencia crucial contra las leyes de conservación y se rio de «la nueva e inobservable partícula, el neutrino, especialmente creada por algunos investigadores para defender formalmente la conservación de la energía al suponer que es la partícula inobservable la que lleva a cabo el equilibrio» [308]. Inmediatamente después Peierls entró en la discusión. Peierls sugirió que el experimento de Shankland podía ser que refutara incluso la conservación estadística de la energía. Añadió: «También eso parece satisfactorio una vez que se ha abandonado la conservación particularizada» [309].

En el Instituto Bohr de Copenhague los experimentos de Shankland fueron inmediatamente repetidos y descartados. Jacobsen, un colega de Bohr, informó de ello en una carta a *Nature*. Los resultados de Jacobsen se acompañaban de una carta del mismo Bohr, quien se manifestaba fuertemente contra los rebeldes y en defensa del nuevo programa cuántico de Heisenberg. En particular defendió el neutrino contra Dirac: «Puede señalarse que las razones para dudar seriamente con relación a la validez estricta de las leyes de conservación en el problema de la emisión de rayos beta por núcleos atómicos han desaparecido en gran medida por el sugerente acuerdo entre la evidencia experimental en rápido crecimiento con relación al fenómeno de rayos beta, y las consecuencias de las hipótesis del neutrino de Pauli tan admirablemente desarrolladas por la teoría de Fermi» [310].

La teoría de Fermi, en sus primeras versiones, no tuvo un éxito empírico notable. Realmente incluso los datos disponibles especialmente en el caso de RaE, sobre la que entonces se centraba la investigación de la emisión beta, contradecía rotundamente la teoría de Fermi de 1933-34. Se propuso tratar de este problema en la segunda parte de su artículo que, sin embargo, nunca fue publicada. Incluso si consideramos la teoría de Fermi de 1933-34 como una versión primera de un programa flexible, el hecho es que en 1936 aún no era posible detectar ninguna señal seria de cambio progresivo [311]. Pero

[307] Dirac (1936).
[308] Dirac (1936).
[309] Peierls (1936).
[310] Bohr (1936).
[311] Entre 1933 y 1936 varios físicos ofrecieron alternativas o propusieron cambios *ad hoc* de la teoría de Fermi; cf. e.g. Beck y Sitte (1933), Bethe y Peierls (1934). Konopinski y Uhlenbeck (1934). Wu y Moszkowski escribieron en 1966 que «la teoría de Fermi (o sea, el programa) sobre la desintegración beta puede predecir (como *ahora* sabemos) con notable precisión tanto la relación entre el

Bohr quería respaldar con su autoridad la aventurada aplicación de Fermi del nuevo gran programa de Heisenberg relacionado con el núcleo, y puesto que el experimento de Shankland y los ataques de Dirac y Peierls hicieron de la desintegración beta el centro de la crítica del nuevo gran programa, sobrevaloró el programa del neutrino de Fermi que prometía llenar un vacío muy sensible. Sin duda los acontecimientos posteriores ahorraron a Bohr una dramática humillación: progresaron los programas basados en principios de conservación, mientras que no existió progreso en el bando rival [312].

La moraleja de esta historia es, de nuevo, que la consideración de un experimento como «crucial» depende de la clase de conflicto teórico en que está involucrado. Conforme las suertes de los contendientes aumentan o se desvanecen, puede cambiar la interpretación y la evaluación del experimento.

Sin embargo, nuestro folklore científico está repleto de teorías acerca de la racionalidad instantánea. La historia que he expuesto está falsificada en la mayoría de las narraciones y reconstruida en términos de alguna teoría errónea de la racionalidad. Incluso en las mejores exposiciones populares abundan tales falsificaciones. Mencionaré dos ejemplos.

En un artículo se dice lo siguiente sobre la desintegración beta: «Cuando esta situación fue afrontada por primera vez las alternativas parecían sombrías. *O bien,* los físicos tenían que aceptar un fracaso de la Ley de conservación de la energía *o* tenían que suponer la existencia de una partícula nueva e inobservada. Tal partícula, emitida junto con el protón y el electrón en la desintegración del neutrón, podía salvar los fundamentos centrales de la física al incor-

---

ritmo de radiación beta y la energía de desintegración, como la forma del espectro beta». Pero insistieron en que «desgraciadamente en el comienzo mismo la teoría de Fermi se enfrentó con una contrastación injusta. Hasta el momento en que se pudieron producir abundantes núcleos radiactivos artificiales, *RaE* era el único candidato que satisfacía magníficamente muchos requisitos experimentales como fuente β para la investigación de la forma de su espectro. ¿Cómo se hubiera podido saber entonces que el espectro β de *RaE* resultaría ser un caso muy especial, uno cuyo espectro, de hecho, sólo muy recientemente ha llegado a comprenderse? Su peculiar dependencia energética contradecía lo que se esperaba de la sencilla teoría de Fermi sobre desintegración beta y debilitó en gran medida el ritmo inicial de progreso de la teoría» (Wu y Moszkowski, 1966, p. 6).

[312] Es difícil decir si el programa del neutrino de Fermi era progresivo o regresivo incluso entre 1936 y 1950 y tampoco después de 1950 el veredicto resulta claro. Pero discutiré este tema en alguna otra ocasión. (Por cierto, Schrodinger defendió la interpretación estadística de los principios de conservación a pesar de su papel crucial en el desarrollo de la nueva física cuántica; cf. su (1958).

porar la energía perdida. Esto sucedió en los primeros años de la década de 1930, cuando la introducción de una nueva partícula; no era un tema tan obvio como lo es hoy. Sin embargo, *tras una brevísima vacilación* los físicos adoptaron la segunda alternativa» [313]. Por supuesto, el número de alternativas *discutidas* fue muy superior a dos y la vacilación ciertamente no fue «brevísima».

En un conocido texto de filosofía de la ciencia se nos dice que: 1) «la ley (o el principio) de la conservación de la energía fue seriamente puesto en duda por los experimentos sobre la desintegración beta cuyos resultados no podían ser negados»; 2) «sin embargo, la ley no fue abandonada y se supuso la existencia de una nueva entidad (llamada «neutrino») para conseguir un acuerdo entre la ley y los datos experimentales»; 3) «la racionalidad de este supuesto es que el rechazo de la ley de conservación despojaría a una gran parte de nuestro conocimiento físico de su sistemática coherencia» [314]. Pero las tres afirmaciones son erróneas. 1) es errónea porque ninguna ley puede ser «seriamente puesta en duda» por unos experimentos exclusivamente; 2) es errónea porque las nuevas hipótesis científicas se crean no sólo para rellenar lagunas entre los datos y la teoría sino para predecir hechos nuevos, y 3) es errónea porque en aquel momento parecía que únicamente el rechazo de la ley de conservación aseguraría la «coherencia sistemática» de nuestro conocimiento físico.

d4) Conclusión. El requisito de crecimiento continuo

Los experimentos cruciales no existen, al menos si nos referimos a experimentos que puedan destruir *instantáneamente* a un programa de investigación. De hecho, cuando un programa de investigación es vencido y superado por otro, podemos, *retrospectivamente,* llamar crucial a un experimento si resulta que ha suministrado un ejemplo corroborador espectacular en favor del programa victorioso y una derrota para el programa vencido (en el sentido de que nunca fue «explicado progresivamente», o simplemente, «explicado» [315], en el seno del programa vencido). Pero por supuesto, los científicos no siempre juzgan las situaciones heurísticas correctamente. Un científico apresurado puede *pretender* que su experimento derrotó a un programa y puede suceder que algunas secciones de la comunidad científica acepten (también de forma apresurada) esta pretensión.

---

313 Treiman (1959) (subrayado añadido).
314 Nagel (1961), pp. 65-6.
315 Cf. *arriba,* pp. 49-50, n. 110.

Pero si un científico del campo derrotado propone unos años más tarde una explicación científica del experimento supuestamente crucial, acorde (o consistente) con el programa supuestamente derrotado, *el título honorífico puede ser retirado y el «experimento crucial» puede convertirse en una nueva victoria del programa.*

Abundan los ejemplos. En el siglo XVIII hubo muchos experimentos que, en términos histórico-sociológicos, fueron ampliamente aceptados como evidencia crucial contra la ley de caída libre de Galileo y la teoría de la gravitación de Newton. En el siglo XIX hubo varios «experimentos cruciales» basados en mediciones de la velocidad de la luz que «refutaban» la teoría corpuscular y que, más tarde, resultaron ser erróneos a la luz de la teoría de la relatividad. Estos «experimentos cruciales» fueron más tarde suprimidos de los textos justificacionistas como manifestaciones de una vergonzosa miopía o incluso de envidia. (Recientemente reaparecieron en algunos textos modernos, esta vez para ilustrar la insuperable irracionalidad de las modas científicas.) Sin embargo, en aquellos casos en que experimentos ostensiblemente «cruciales» fueron realmente confirmados más tarde por la derrota del programa, los historiadores acusaron a quienes no los aceptaron de estupidez, envidia o adulación injustificada al padre del programa de investigación en discusión. (Los «sociólogos del conocimiento» o «psicólogos del conocimiento» tan de moda tienden a explicar las posiciones en términos puramente sociológicos o psicológicos cuando, de hecho, están determinadas por principios de racionalidad. Un ejemplo típico es la oposición de Einstein al principio de complementariedad de Bohr: la explicación se basa en que «en 1926 Einstein tenía cuarenta y siete años. Esos años pueden representar lo mejor de la vida de un hombre, pero no de un físico». [316])

---

[316] Bernstein (1961), p. 129. Para evaluar los elementos progresivos y regresivos de los cambios de problemáticas rivales, es necesario comprender las *ideas* implicadas. Pero la sociología del conocimiento a menudo sirve como un eficaz disfraz para la ignorancia; la mayoría de los sociólogos del conocimiento no comprenden ni se ocupan de las ideas; simplemente observan las pautas sociopsicológicas de conducta. Popper solía contar una historia acerca de un psicólogo social, el doctor X, que estudiaba la conducta de un grupo de científicos. Acudió a un seminario de física para estudiar la psicología de la ciencia. Observó la «aparición de un líder», el «efecto de alistamiento» en algunos y la «reacción de defensa» en otros, la correlación entre edad, sexo, conducta agresiva, etc. (El doctor X afirmó haber usado algunas técnicas sofisticadas de muestras pequeñas propias de la estadística moderna.) Al final de la entusiástica exposición Popper preguntó al doctor X: «¿Cuál era el *problema* que discutía el grupo?»; el doctor X se quedó sorprendido: «¿Por qué pregunta eso...? Yo no atendí a las *palabras* que se pronunciaban... En cualquier caso, ¿qué relación tiene eso con la psicología del conocimiento?»

A la luz de mis consideraciones la idea de racionalidad instantánea puede considerarse utópica. Pero esta idea utópica caracteriza a la mayoría de las epistemologías. Los justificacionistas querían que las teorías científicas fueran probadas incluso antes de ser publicadas; los probabilistas confiaban en que una máquina indicaría instantáneamente el valor (grado de confirmación) de una teoría dada la evidencia existente; los falsacionistas ingenuos confiaban en que, al menos, la eliminación era el resultado instantáneo del veredicto *experimental*[317]. Confío haber mostrado que *todas estas teorías de la racionalidad instantánea (y del aprendizaje instantáneo) constituyen un fracaso.* Los estudios, contenidos en esta sección, de distintos casos, muestran que la racionalidad funciona con mayor lentitud de lo que tendemos a pensar, y además de forma falible. La lechuza de Minerva vuela al anochecer. También confío haber probado que la *continuidad* de la ciencia, la *tenacidad* de algunas teorías, la racionalidad de cierta magnitud de dogmatismo, sólo pueden explicarse si interpretamos la ciencia como un campo de batalla de los programas de investigación y no de las teorías aisladas. Podemos comprender muy poco del crecimiento de la ciencia si nuestro paradigma de la unidad del conocimiento científico es una teoría aislada como «Todos los cisnes son blancos», una teoría independiente, no incorporada a un programa de investigación importante. *Mi exposición implica un nuevo criterio de demarcación entre ciencia madura, que consiste en programas de investigación, y ciencia inmadura, que consiste en una remendada secuencia de ensayos y errores*[318]. Por ejemplo, podemos hacer una conjetura, que posteriormente queda refutada y que, aún más tarde, es recuperada mediante una hipótesis auxiliar que no es *ad hoc* en el sentido que hemos analizado previamente. Puede predecir hechos nuevos algunos de los cuales puede que incluso resulten corroborados[319]. Con todo, es posible conseguir tal «progreso»

---

[317] Por supuesto, a los falsacionistas ingenuos puede llevarles algún tiempo el alcanzar un «veredicto experimental»: el experimento debe ser repetido y considerado críticamente. Pero una vez que la discusión concluye y se alcanza el acuerdo de los expertos, convirtiéndose así en «aceptado» un particular «enunciado básico», y decidiéndose qué teoría particular queda alcanzada por el mismo, el falsacionista ingenuo tendrá poca paciencia con aquellos que aún discuten.

[318] La elaboración de esta demarcación en los dos párrafos siguientes fue mejorada cuando el texto ya estaba en la imprenta, gracias a la valiosísima discusión con Paul Meehl en Minneápolis en 1969.

[319] Con anterioridad, en mi (1968b) (MCE, cap. 8) yo distinguí, siguiendo a Popper, dos criterios para identificar el carácter *ad hoc*. Llamé *ad hoc*$_1$ a aquellas teorías que no tenían exceso de contenido con relación a sus predecesoras (o competidoras); esto es, que no predecían ningún hecho *nuevo;* llamé *ad hoc*$_2$ a las teorías que predecían hechos nuevos, pero que fracababan completamente

con una serie, remendada y arbitraria, de teorías desconectadas. Los buenos científicos no encontrarán satisfactorio tal progreso artesanal; puede que incluso lo rechacen por no ser genuinamente científico. Llamarán a tales hipótesis auxiliares meramente «formales», «arbitrarias», «empíricas», «semiempíricas» o incluso «*ad hoc*» [320].

La ciencia madura consiste en programas de investigación que anticipan no sólo hechos nuevos sino también, y en un sentido importante, teorías auxiliares nuevas: la ciencia madura, al contrario del pedestre ensayo y error, tiene «poder heurístico». Recordemos que en la heurística positiva de un programa de investigación poderoso existe desde el comienzo un esquema general sobre cómo construir los cinturones protectores: este poder heurístico genera *la autonomía de la ciencia teórica* [321].

Este *requisito de crecimiento continuo* es mi reconstrucción racional del requisito, extensamente aceptado, de «unidad» o «belleza de la ciencia». Revela las debilidades de dos tipos de teorización aparentemente muy distintos. En primer lugar, muestra la debilidad de los programas que, como el marxismo o el freudianismo, están, sin duda, «integrados», lo que les suministra un resumen fundamental de la clase de teorías auxiliares que van a utilizar para absorber anomalías, pero que infaliblemente diseñan sus teorías auxiliares reales cuando se enfrentan con ciertos hechos sin que, al mismo tiempo, anticipen otros nuevos. (¿Qué hecho nuevo ha predicho el marxismo desde 1917, por ejemplo?) En segundo lugar, ataca a las series, carentes de imaginación, de ajustes empíricos pedestres que tan frecuentes son, por ejemplo, en la moderna psicología social. Puede que tales ajustes consigan realizar algunas predicciones «nuevas» con ayuda de algunas técnicas estadísticas, y puede incluso que contengan algunos granos irrelevantes de verdad. Pero tal teorización carece de una idea unificadora, de poder heurístico y de continuidad. No equi-

---

porque ninguna parte del exceso de contenido era corroborado (también cf. *arriba*, p. 56, nn. 133 y 134.

[320] La fórmula de radiación de Planck (ofrecida en su 1900a) es un buen ejemplo: cf. *arriba*, p. 107, n. 284. Podemos llamar *ad hoc*$_3$ a aquellas hipótesis que no son *ad hoc*$_1$ ni *ad hoc*$_2$, pero que, sin embargo, son insatisfactorias en el sentido especificado en el texto. Estos tres usos, inequívocamente peyorativos, de «*ad hoc*» pueden proporcionar una entrada satisfactoria para el *Oxford English Dictionary*. Resulta sorprendente observar que «empírico» y «formal» son vocablos que se utilizan como sinónimos de nuestro «*ad hoc*$_3$».

Meehl, en su brillante (1967) informa de que en la psicología contemporánea y especialmente en la psicología social, muchos supuestos «programas de investigación» consisten de hecho en cadenas de tales estratagemas *ad hoc*$_3$.

[321] Cf. *arriba*, pp. 71-72.

vale a un auténtico programa de investigación, y en conjunto, carece de valor [322].

Mi exposición de la racionalidad científica, aunque basada en la de Popper, me aparta de algunas de sus ideas generales. En alguna medida defiendo tanto el convencionalismo de Le Roy con relación a las teorías, como el de Popper con relación a las proposiciones básicas. Desde mi punto de vista los científicos (y, como he probado, también los matemáticos) [323] no son irracionales cuando tienden a ignorar los contraejemplos o, como ellos prefieren llamarlos, los casos «recalcitrantes» o «residuales» y siguen la secuencia de problemas prescrita por la heurística positiva de su programa, elaborando (y aplicando) sus teorías sin tenerlos en cuenta [324]. En contra de la moralidad falsacionista de Popper, los científicos con frecuencia y *racionalmente* pretenden «que los resultados experimentales no son fiables o que las discrepancias que se afirma que existen entre los resultados experimentales y la teoría sólo son aparentes y que desaparecerán con el avance de nuestro conocimiento» [325]. Cuando actúan

---

322 Tras leer a Meehl (1967) y Lykken (1968) me pregunto si la función de las técnicas estadísticas en las ciencias sociales no es, en lo esencial, el suministrar corroboraciones ficticias y, por ello, una apariencia de «progreso científico», cuando, de hecho, todo lo que hay es un aumento de palabrería pseudo-intelectual. Meehl escribe que «en las ciencias físicas el resultado normal de una mejora del diseño experimental, de los instrumentos o de los datos numéricos, es aumentar la dificultad de la "barrera observacional" que debe superar con éxito una teoría física interesante, mientras que en psicología y en algunas de las ciencias de la conducta próximas, el efecto habitual de tal mejora de la precisión experimental es bajar la altura de la barrera que ha de ser superada por la teoría». O como dice Lykken: «(En psicología) la significación estadística es tal vez el atributo menos importante de un buen experimento: nunca constituye una condición suficiente para afirmar que una teoría ha sido corroborada con éxito, que se ha establecido un hecho empírico significativo, o que se deben publicar los resultados experimentales.» Me parece que la mayor parte de la teorización condenada por Meehl y Lykken puede ser «*ad hoc*₃». De este modo la metodología de los programas de investigación puede ayudarnos a disolver esta polución intelectual que puede destruir nuestro medio ambiente cultural incluso antes de que la polución industrial y circulatoria destruyan nuestro entorno físico.

323 Cf. mi (1963-4).

324 De este modo se desvanece la asimetría *metodológica* entre enunciados universales y singulares. Cualquiera de ellos puede ser adoptado por convención: en el «núcleo firme» decidimos aceptar enunciados universales, y en la base empírica, enunciados singulares. La asimetría *lógica* entre enunciados universales y singulares sólo es fatal para el inductivista dogmático dispuesto a aprender de la sólida experiencia y de la lógica exclusivamente. Por supuesto, el convencionalista puede «aceptar» esta asimetría *lógica:* no es necesario que además sea un inductivista (aunque *puede* serlo). El acepta algunos enunciados universales, pero no porque afirme que están deducidos (o inducidos) a partir de otros enunciados singulares.

325 Popper (1934), sección 9.

así puede que no estén «adoptando la actitud contraria de aquella actitud crítica que... es la adecuada para un científico» [326]. Realmente Popper tiene razón al insistir en que «la actitud dogmática de aferrarse a una teoría durante tanto tiempo como sea posible tiene una importancia considerable. Sin ella nunca podríamos descubrir qué hay en una teoría; abandonaríamos la teoría antes de haber tenido una oportunidad real de descubrir su poder y consiguientemente ninguna teoría sería nunca capaz de desempeñar su función de poner orden en el mundo, de prepararnos para acontecimientos futuros, de llamar nuestra atención hacia acontecimientos que de otro modo nunca observaríamos» [327]. De este modo el dogmatismo de la «ciencia normal» no impide el crecimiento mientras lo combinemos con el reconocimiento popperiano de que existe una ciencia normal buena y progresiva y otra que es mala y regresiva, y mientras mantegamos nuestra decisión de eliminar, en ciertas condiciones objetivamente definidas, algunos programas de investigación.

La actitud dogmática en la ciencia (que explicaría sus períodos de estabilidad) fue descrita por Kuhn como un rasgo fundamental de la «ciencia normal» [328]. Pero el marco conceptual en el que Kuhn trata de la continuidad de la ciencia es socio-psicológico, mientras que el mío es normativo. Yo miro la continuidad de la ciencia a través de unas gafas poperianas. Donde Kuhn ve «paradigmas» yo veo *también* «programas de investigación» racionales.

4. Los programas de investigación: Popper *versus* Kuhn

Resumamos a continuación la controversia entre Kuhn y Popper.

Hemos visto que Kuhn tiene razón al objetar al falsacionismo ingenuo y también al insistir en la continuidad del crecimiento cien-

[326] *Ibid.*

[327] Popper (1940), nota primera. Encontramos una observación similar en su (1963a), p. 49. Pero estas observaciones son, *prima facie,* contradictorias con algunos de sus comentarios de (1934) (citados *arriba,* p. 40) y por ello sólo pueden ser interpretados como síntomas de una creciente conciencia por parte de Popper de que hay una anomalía no digerida en su propio programa de investigación.

[328] En realidad mi criterio de demarcación entre ciencia madura e inmadura puede interpretarse como una absorción popperiana de la idea de Kuhn de la «normalidad» como distintivo de la ciencia (madura); y también refuerza mis argumentos anteriores en contra de que se consideren eminentemente científicos los enunciados muy falsables (cf. *arriba,* p. 30).

Indicaré de pasada que esta demarcación entre ciencia madura e inmadura ya aparece en mi (1963-4), donde llamé a la primera «conjeturas deductivas» y a la última «ensayos y errores ingenuos». (Vid e.g. 1963-4, sección 7c: «Conjeturas deductivas y conjeturas ingenuas.»)

tífico, en la tenacidad de algunas teorías científicas. Pero Kuhn se equivoca al pensar que rechazando el falsacionismo ingenuo se rechazan también todas las variedades del falsacionismo. Kuhn objeta a todo el programa de investigación popperiano y excluye cualquier posibilidad de reconstruir racionalmente el crecimiento de la ciencia. En una sucinta comparación de Hume, Carnap y Popper, Watkins señala que el crecimiento de la ciencia es inductivo e irracional según Hume, inductivo y racional según Carnap y no inductivo y racional según Popper [329]. Pero la comparación de Watkins puede extenderse añadiendo que ese crecimiento es no-inductivo e irracional según Kuhn. *Desde el punto de vista de Kuhn no puede haber una lógica sino sólo una psicología del descubrimiento* [330]. Por ejemplo, según la concepción de Kuhn las anomalías y las inconsistencias siempre abundan en la ciencia, pero en los períodos «normales» el paradigma dominante asegura una pauta de crecimiento que acaba por ser destruida por una «crisis». No existe una causa racional particular para la aparición de una «crisis» kuhniana. «Crisis» es un concepto psicológico; se trata de un pánico contagioso. Después aparece un nuevo paradigma que es inconmesurable con relación a su predecesor. No existen criterios racionales para compararlos. Cada paradigma contiene sus propios criterios. La crisis arrastra tras de sí no sólo las viejas teorías sino también los criterios que hacían que las respetáramos. El nuevo paradigma trae consigo una racionalidad completamente nueva. No hay criterios superparadigmáticos. El cambio tiene efectos acumulativos. Por tanto, y *según Kuhn, las revoluciones científicas son irracionales, objeto de estudio de la psicología de masas.*

La reducción de la filosofía de la ciencia a la psicología de la ciencia no comenzó con Kuhn. Hubo una ola previa de psicologismo tras la derrota del justificacionismo. Para muchos el justificacionismo representaba la única forma posible de racionalidad: el fin del justificacionismo significaba el fin de la racionalidad. La destrucción de la tesis según la cual las teorías científicas pueden ser probadas, y el progreso de la ciencia es acumulativo, aterrorizó a los justificacionistas. Si «descubrir es probar», pero nada puede ser probado, no puede haber descubrimientos genuinos sino sólo pretensiones en este sentido. Por tanto, los frustrados justificacionistas (ex-justificacionistas) entendieron que el intento de elaborar criterios racionales era una empresa sin esperanza y que todo lo que se puede hacer es estudiar (e imitar) la Mente Científica tal como ha sido ejemplificada por

---

329 Watkins (1968), p. 281.

330 Kuhn (1970). Pero esta posición ya está implícita en su (1962).

los científicos famosos. Tras el hundimiento de la física newtoniana Popper elaboró *unas reglas críticas nuevas y no justificacionistas* Ahora bien, algunos de quienes conocían el hundimiento de la racionalidad justificacionista conocieron ahora (fundamentalmente de oídas) las coloristas consignas de Popper que sugerían el falsacionismo ingenuo. Como las encontraron inaceptables, identificaron la destrucción del falsacionismo ingenuo con el fin de la racionalidad misma. De nuevo la elaboración de criterios racionales fue considerada como una empresa sin esperanzas; de nuevo pensaron que lo mejor que se puede hacer es estudiar la Mente Científica [331]. La filosofía crítica tenía que ser sustituida por lo que Polanyi llamó una filosofía «postcrítica». Pero el programa de investigación kuhniano contiene un rasgo nuevo; lo que debemos estudiar no es la mente del científico individual sino la mente de la Comunidad Científica. Ahora se sustituye la psicología individual por la psicología social: la imitación de los grandes científicos por la sumisión a la sabiduría colectiva de la comunidad.

Pero Kuhn pasó por alto el falsacionismo sofisticado de Popper y el programa de investigación que inició. Popper sustituyó el problema central de la racionalidad clásica, *el antiguo problema de los fundamentos,* por *el problema nuevo del crecimiento crítico y falible,* y comenzó a elaborar criterios objetivos de este crecimiento. En este artículo yo he tratado de desarrollar una etapa adicional de este programa. Creo que este pequeño desarrollo es suficiente como para escapar a las críticas de Kuhn [332].

La reconstrucción del progreso científico como una proliferación de programas de investigación rivales, y de cambios progresivos y

---

331 Por cierto, del mismo modo que algunos ex-justificacionistas dirigieron más tarde la marea del irracionalismo escéptico, ahora algunos ex-falsacionistas dirigen la nueva corriente del irracionalismo escéptico y del anarquismo. En Feyerabend (1970b) se encontrará el mejor ejemplo de lo que afirmo.

332 Realmente y como ya había mencionado, *mi concepto de «programa de investigación» puede concebirse como una reconstrucción objetiva, perteneciente al tercer mundo, del concepto socio-psicológico de «paradigma» de Kuhn:* así, este cambio de «Gestalt» kuhniano puede realizarse sin necesidad de prescindir de las gafas popperianas. (No me he ocupado de la afirmación de Kuhn y de Feyerabend según la cual las teorías no pueden ser eliminadas por ninguna razón *objetiva* debido a la inconmensurabilidad de teorías rivales. Las teorías inconmensurables ni son inconsistentes entre sí ni tienen contenidos comparables. Pero con la ayuda de un diccionario podemos *hacerlas* inconsistentes y de contenido comparable. Si queremos eliminar un programa necesitamos alguna decisión metodológica. Tal decisión es el corazón del falsacionismo metodológico; por ejemplo, nunca los resultados de una muestra estadística son inconsistentes con una teoría estadística, a menos que *los hagamos* inconsistentes con ayuda de las reglas popperianas de rechazo. Cf. *arriba,* p. 38.

regresivos de problemática, suministrará una descripción de la empresa científica que en muchos sentidos es diferente de la suministrada por la reconstrucción consistente en una sucesión de teorías audaces y fracasos dramáticos. Sus aspectos principales fueron desarrollados a partir de las ideas de Popper y en particular a partir de su condena de las estratagemas «convencionalistas», esto es, reductoras de contenido. La principal diferencia con respecto a la versión original de Popper creo que es que, según mi punto de vista, la crítica no destruye (ni debe destruir) con la rapidez que imaginaba Popper. *La crítica destructiva, puramente negativa, como la «refutación» o la demostración de una inconsistencia no elimina un programa de investigación. La crítica de un programa es un proceso largo y a menudo frustrante; hay que tratar a los programas en crecimiento sin severidad*[333]. Por supuesto, se puede mostrar la degeneración de un programa de investigación, pero sólo la *crítica constructiva,* con la ayuda de programas de investigación rivales, puede conseguir un éxito real, y los resultados dramáticamente espectaculares se hacen visibles sólo retrospectivamente y mediante la reconstrucción racional.

Kuhn ciertamente probó que la psicología de la ciencia puede revelar verdades importantes y, en realidad, tristes. Pero la psicología de la ciencia no es autónoma; *el crecimiento (reconstruido racionalmente) de la ciencia esencialmente tiene lugar en el mundo de las ideas, en el «tercer mundo» de Platón y de Popper,* en el mundo del conocimiento articulado que es independiente de los sujetos que conocen[334]. *El programa de investigación* de Popper trata de conseguir una descripción de este *crecimiento* científico objetivo[335]. El progra-

---

333 La resistencia de los economistas y de otros científicos sociales a aceptar la metodología de Popper parcialmente puede haberse debido al efecto destructivo del falsacionismo ingenuo sobre los programas de investigación en desarrollo.

334 El *primer* mundo es el mundo de la materia, el *segundo* es el mundo de la conciencia y el *tercero,* el mundo de las proposiciones, de la verdad y de los criterios: el mundo del conocimiento objetivo. Los *loci classici* modernos sobre este tema son Popper (1968a) y Popper (1968b); también cf el impresionante programa de Toulmin establecido en su (1967). Se debe mencionar aquí que muchos textos de Popper (1934) e incluso de (1963a) suenan como descripciones de un contraste psicológico entre la Mente Crítica y la Mente Inductiva. Pero en gran medida los términos psicologistas de Popper pueden ser reinterpretados en términos del tercer mundo: consúltese Musgrave (1974).

335 De hecho el programa de Popper se extiende más allá de la ciencia. El concepto de «cambios de problemática» progresivos y regresivos, y la idea de la proliferación de teorías pueden ser generalizados a cualquier clase de discusión racional sirviendo así como instrumentos de una teoría general de la crítica; cf. *abajo,* capítulos 2 y 3. (Mi 1963-64 puede considerarse como la historia de un programa de investigación no empírico progresivo; el cap. 8 de MCE contiene la historia del programa regresivo no empírico de la lógica inductiva.)

ma de investigación de Kuhn parece buscar una descripción del *cambio* en la mente científica «normal» (sea individual o comunitaria)[336]. Pero el reflejo del tercer mundo en la mente del científico individual (incluso si éste es «normal») habitualmente es una caricatura del original: y describir esta caricatura sin relacionarla con el original del tercer mundo bien puede conducir a una caricatura de la caricatura. No es posible comprender la historia de la ciencia sin tener en cuenta la interacción de los tres mundos.

APENDICE: Popper, el falsacionismo y la «Tesis Duhem-Quine»

Popper empezó siendo un falsacionista dogmático en la década de 1920, pero pronto comprendió que esta posición era indefendible y no publicó nada hasta que inventó el *falsacionismo metodológico.* Esta era una idea completamente nueva en la filosofía de la ciencia *que claramente tiene su origen en Popper, quien la propuso como* una solución para las dificultades del falsacionismo dogmático. En realidad el conflicto entre la tesis de que la ciencia es crítica y la de que es falible, constituye uno de los problemas básicos de la filosofía popperiana. Mientras que Popper ofreció una formulación coherente y una crítica del falsacionismo dogmático, nunca trazó una distinción nítida entre el falsacionismo ingenuo y el sofisticado. En un artículo previo[337] yo distinguí entre tres Poppers: $Popper_0$, $Popper_1$ y $Popper_2$. $Popper_0$ es el falsacionista dogmático que nunca publicó una sola palabra: fue inventado (y criticado) primero por Ayer y después por muchos otros[338]. Confío en que este artículo terminará finalmen-

336 Los estados mentales, las creencias *reales* pertenecen al segundo mundo; los estados de la mente *normal* corresponden a un limbo situado entre el segundo y el tercer mundo. El estudio de las mentes científicas reales corresponde a la psicología; el estudio de la mente «normal» (o «sana», etc.) corresponde a una filosofía de la ciencia psicologista. Hay dos clases de filosofías de la ciencia psicologistas. Según la primera, no puede existir una filosofía de la ciencia, sino sólo una piscología acerca de los científicos individuales. Según la otra, existe una psicología de la mente «científica», «ideal» o «normal»; ello convierte a la filosofía de la ciencia en una psicología referente a esta mente ideal y, además, ofrece una psicoterapia para transformar la mente de cada uno en la mente ideal. En otro lugar analizo con detalle esta segunda clase de psicologismo. Kuhn no parece haber advertido esta distinción.

337 Cf. mi (1968c).

338 Ayer parece haber sido el primero en atribuir a Popper el falsacionismo dogmático [Ayer también inventó el mito de que, según Popper, «la refutabilidad definitiva» era el criterio no sólo del carácter empírico de una proposición, sino también de su carácter significativo: cf. su (1936), cap. 1, p. 38 de la segundo edición]. Incluso actualmente muchos filósofos [cf. Juhos (1966) o Nagel (1967)] critican al hombre de paja llamado $Popper_0$. Medawar en su (1967) dijo

te con este fantasma. Popper₁ es el falsacionista ingenuo, Popper₂ el falsacionista sofisticado. El Popper auténtico evolucionó desde el falsacionismo dogmático hasta una versión ingenua del falsacionismo metodológico en la década de 1920; llegó a las «reglas de aceptación» del falsacionismo sofisticado en la década de 1950. La transición se caracterizó porque añadió al requisito original de contrastabilidad el «segundo» requisito de «contrastabilidad independiente» [339] y después el tercer requisito de que algunas de estas contrastaciones independientes debían convertirse en corroboraciones [340]. Pero el Popper auténtico nunca abandonó sus primeras *reglas falsacionistas* (ingenuas). Hasta el momento actual ha pedido que «los *criterios de refutación* se establezcan previamente; se debe llegar a un acuerdo sobre qué situaciones observables, de ser observadas de hecho, implicarían que la teoría queda refutada» [341]. Aún interpreta la falsación como el resultado de un duelo entre teoría y observación sin que otra teoría mejor se encuentre *necesariamente* involucrada. El Popper auténtico nunca ha explicado con detalle el procedimiento de apelación mediante el que se pueden eliminar algunos «enunciados básicos aceptados». De modo que el Popper real se compone de Popper₁ con algunos elementos de Popper₂.

La idea de una demarcación entre cambios de problemática progresivos y regresivos que ha sido analizada en este artículo, se fundamenta en el trabajo de Popper; en realidad esta demarcación es casi idéntica a su célebre criterio de demarcación entre ciencia y metafísica [342].

---

que el falsacionismo dogmático era «una de las ideas más importantes de la metodología de Popper. Al revisar el libro de Medawar, Nagel le criticó por «aceptar» lo que también él cree que son «afirmaciones de Popper» (Nagel, 1967, p. 70). La crítica de Nagel convenció a Medawar de que «el acto de la falsación no es inmune a los errores humanos» «Medawar, 1969, p. 54). Pero Medawar y Nagel interpretaron erróneamente a Popper: su *Logik der Forschung* es la crítica más poderosa jamás dirigida contra el falsacionismo dogmático.

Es posible ser caritativo con el error de Medawar; para los científicos brillantes cuyo talento especulativo estaba reprimido bajo la tiranía de una lógica de la investigación inductivista, el falsacionismo, incluso en su forma dogmática, tenía que ejercer un efecto tremendamente liberador. (Además de Medawar otro Premio Nobel, Eccles, aprendió de Popper a sustituir su precaución original por la especulación audaz y refutable: cf. Eccles (1964), pp. 274-75).

339 Popper (1957a).

340 Popper (1963a), pp. 242 y ss.

341 Popper (1963a), p. 38, n. 3.

342 Si el lector duda acerca de la autenticidad de mi reformulación del criterio de demarcación de Popper, debería volver a leer las partes relevantes de Popper (1934) usando a Musgrave (1968) como guía. Musgrave escribió su (1968) contra Bartley, quien en su (1968) erróneamente atribuyó a Popper el

Originalmente Popper sólo pensaba en los aspectos teóricos de los cambios de problemáticas, como se sugiere en la sección 20 de su (1934) y se desarrolla en su (1957a)[343]. Sólo más tarde, en su (1963a)[344], añadió una discusión del aspecto *empírico* de los cambios de problemática. Sin embargo, la prohibición de Popper de las estratagemas convencionalistas en algunos sentidos es demasiado severa y en otros demasiado débil. Es demasiado *severa* porque, según Popper, una nueva versión de un programa progresivo *nunca* adopta una estrategia reductora de contenido para asimilar una anomalía; *nunca* dice cosas como «todos los cuerpos son newtonianos excepto los 17 cuerpos anómalos». Pero como siempre abundan las anomalías no explicadas, yo acepto tales formulaciones; una explicación es un paso adelante (o sea, es «científica») si por lo menos explica algunas anomalías previas que no habían sido explicadas «científicamente» por su predecesora. Mientras que las anomalías se consideren problemas genuinos (aunque no necesariamente urgentes) no importa demasiado el que las dramaticemos llamándolas «refutaciones» o las desdramaticemos calificándolas como «excepciones»; la diferencia en ese caso es sólo lingüística. (Este grado de tolerancia con relación a las estratagemas *ad hoc* nos permite progresar incluso sobre fundamentos inconsistentes. En tales casos los cambios de problemática pueden ser progresivos a pesar de las inconsistencias[345].) Sin embargo, la prohibición de Popper de las estratagemas reductoras de contenido también es demasiado *débil;* por ejemplo, no puede enfrentarse con «la paradoja de la adición»[346] y no prohíbe las estratagemas *ad* hoc_3[347]. Estas sólo pueden ser eliminadas mediante el requisito de que *las hipótesis auxiliares deben formarse de acuerdo con la heurís-*

---

criterio de demarcación del falsacionismo ingenuo tal como ha sido formulado *arriba,* p. 38.

343 En su (1934) Popper estaba preocupado fundamentalmente en prohibir los ajustes *subrepticios ad hoc. Popper* ($Popper_1$) solicita que el diseño de un experimento crucial potencialmente negativo sea presentado junto con la teoría y que después se acepte humildemente el veredicto del jurado experimental. Se sigue que quedan *eo ipso* descartadas las estratagemas convencionalistas que, *tras* el veredicto, operan un cambio retrospectivo en la teoría original para escapar al veredicto. Pero si admitimos la refutación y después reformulamos la teoría con ayuda de una estratagema *ad hoc* podemos aceptarla como una «nueva» teoría y si es contrastable, Popper acepta que sea sometida a una nueva crítica: «Cuando descubrimos que un sistema ha sido rescatado por medio de una estratagema convencionalista, debemos contrastarlo de nuevo y rechazarlo si las circunstancias así lo requieren» (Popper, 1934, sección 20).

344 Para detalles, cf. MCE, cap. 8, especialmente p. 242.

345 Cf. *arriba,* pp. 77 y ss. Nunca, o muy rara vez se encuentra esta tolerancia en los libros de texto sobre método científico.

346 Cf. *arriba,* p. 32.

347 Cf. *arriba,* p. 117, n. 320.

tica positiva del programa de investigación original. Este nuevo requisito nos introduce en el problema de la *continuidad de la ciencia.*

El problema de la continuidad de la ciencia fue suscitado por Popper y sus seguidores hace mucho tiempo. Cuando yo propuse mi teoría del crecimiento basada en la noción de programas de investigación competitivos, estaba siguiendo una vez más y tratando de mejorar la tradición popperiana. El mismo Popper en su (1934) ya había insistido en la importancia heurística de la «metafísica influyente» [348] y fue considerado por algunos miembros del Círculo de Viena como el campeón de la peligrosa metafísica [349]. Cuando su interés en las funciones de la metafísica se reavivó en la década de 1950, escribió un «Epílogo metafísico» extraordinariamente interesante sobre los «programas de investigación metafísicos» inserto en su *Postcript: After Twenty Years* (en galeradas desde 1957) [350]. Pero Popper asoció la tenacidad no con la *irrefutabilidad metodológica* sino más bien con la *irrefutabilidad sintáctica.* Por «metafísica» en-

---

348 Cf. e. g. su (1934), fin de la sección 4; también cf. su (1968 c), p. 93. Hay que recordar que Comte y Duhem negaron tal importancia a la metafísica. Fueron Burtt, Popper y Koyré quienes más hicieron para invertir la marea antimetafísica en filosofía y en la historiografía de la ciencia.

349 Carnap y Hempel intentaron, en sus recensiones del libro, defender a Popper contra esta acusación (cf. Carnap, 1935, y Hempel, 1937). Hempel escribió: «(Popper) acentúa con firmeza ciertos rasgos de su enfoque que también están presentes en el enfoque de pensadores que participan, en alguna medida, de una orientación metafísica. Es de esperar que este valioso trabajo no sea erróneamente interpretado como si fuera una lanza en favor de una metafísica nueva y, tal vez, lógicamente defendible.»

350 Vale la pena citar aquí un texto de su *Postscript:* «El atomismo es un... ejemplo excelente de una teoría metafísica no contrastable cuya influencia sobre la ciencia es superior a la de muchas teorías contrastables... La última y más importante de todas ellas hasta el momento presente es el programa de Faraday, Maxwell, Einstein, de Broglie y Schrodinger, que concibe el mundo... en términos de campos continuos... Cada una de estas teorías metafísicas funcionaron como un programa para la ciencia mucho antes de que fueran contrastables. Indicaban la dirección en que se podían encontrar teorías científicas explicativas e hicieron posible algo próximo a la evaluación de la profundidad de una teoría. En biología la teoría de la evolución, la teoría de la célula y la teoría de la infección bacteriana han desempeñado funciones similares al menos durante un tiempo. En pisocología el sensualismo, el atomismo (esto es, la teoría de que todas las experiencias se componen de elementos últimos tales como, por ejemplo, los datos sensoriales) y el psicoanálisis deben ser mencionados como programas de investigación metafísicos... Incluso las afirmaciones puramente existenciales han resultado ser algunas veces sugerentes y fructíferas en la historia de la ciencia, aunque nunca formaron parte de ella. En realidad pocas teorías metafísicas ejercieron una influencia mayor sobre el desarrollo de la ciencia que la teoría puramente metafísica: «Existe una substancia que puede convertir los metales en oro (esto es, una piedra filosofal)», aunque es no refutable, nunca fue verificada, y en la actualidad nadie la cree.»

tendió enunciados sintácticamente especificables como los enunciados «todos-algunos» y los enunciados puramente existenciales. Ningún enunciado básico puede entrar en conflicto con ellos debido a su forma lógica. Por ejemplo, «para todos los metales existe un disolvente» sería, en este sentido, metafísico, mientras que la teoría de la gravitación de Newton aisladamente considerada no lo sería [351]. En la década de 1950 Popper también suscitó el problema de cómo criticar las teorías metafísicas y sugirió algunas soluciones [352]. Agassi y Watkins publicaron algunos interesantes artículos sobre las funciones de esta clase de metafísica en la ciencia, en los que se conectaba la «metafísica» con la continuidad del progreso científico [353]. Mi análisis difiere del suyo en primer lugar porque yo voy mucho más lejos que ellos en la difuminación de la demarcación entre la ciencia (de Popper) y la metafísica (de Popper); ni siquiera utilizo ya el término «metafísico». Sólo hablo acerca de programas de investigación científica cuyo núcleo firme es irrefutable y no necesariamente debido a razones sintácticas sino posiblemente a razones metodológicas que nada tienen que ver con la forma lógica. En segundo lugar, al separar radicalmente el *problema descriptivo* de la función psicológico-histórica de la metafísica y el problema *normativo* de cómo distinguir los programas de investigación progresivos de los regresivos, yo elaboro este último problema mucho más de lo que ellos habían hecho.

Para terminar, me gustaría discutir la «tesis Duhem-Quine» y su relación con el falsacionismo [354].

Según la tesis Duhem-Quine, con imaginación suficiente cualquier teoría (consista en una proposición o de una conjunción finita de muchas proposiciones) puede ser permanentemente salvada de la refutación mediante ajustes adecuados en el conocimiento básico en el que se halla inserta. Como dice Quine: «Se puede mantener la verdad de cualquier enunciado suceda lo que suceda si realizamos ajustes lo bastante drásticos en otras partes del sistema... Y al contrario, por las mismas razones ningún enunciado es inmune a la revisión.»[355] Por otra parte, el «sistema» es nada menos que «la tota-

---

[351] Cf. especialmente Popper (1934), sección 66. En la edición de 1959 añadió una nota clarificadora (n. * 2) para acentuar que en los enunciados metafísicos «todos-algunos» el cuantificador existencial debe ser interpretado como «ilimitado»; por supuesto ya había aclarado esto en la sección 15 del texto original.

[352] Cf. especialmente su (1958), pp. 198-99.

[353] Cf. Watkins (1957) y (1958) y Agassi (1962) y (1964).

[354] Esta parte final del Apéndice fue añadida cuando el texto ya estaba en la imprenta.

[355] Quine (1953), cap. II.

lidad de la ciencia». «Una experiencia recalcitrante puede ser acomodada mediante cualquiera de las varias revaluaciones alternativas en varios lugares alternativos del sistema total (incluyendo la posibilidad de reevaluar la misma experiencia recalcitrante).» [356]

Esta tesis tiene dos interpretaciones muy distintas. Según la *interpretación débil* sólo afirma la imposibilidad de un blanco experimental directo sobre un objetivo teórico muy específico y la posibilidad lógica de conformar la ciencia en un número indefinido de formas distintas. La interpretación débil sólo ataca al falsacionismo dogmático y no al metodológico; niega solamente la posibilidad de que se refute cualquier componente separado de un sistema teórico.

En su *interpretación fuerte* la tesis Duhem-Quine excluye cualquier regla de selección racional entre alternativas; esta versión es inconsistente con todas las formas del falsacionismo metodológico. Las dos interpretaciones no han sido claramente separadas, aunque la diferencia entre ellas es esencial desde un punto de vista metodológico. Parece que Duhem sólo defendió la interpretación débil; para él la selección es un asunto de «sagacidad»: siempre tenemos que realizar elecciones correctas para acercarnos a la «clasificación natural» [357]. Por otra parte, Quine, en la tradición del pragmatismo americano de James y Lewis, parece defender una interpretación muy próxima a la interpretación fuerte [358].

Examinemos más de cerca la interpretación débil de la tesis Duhem-Quine. Tomemos una «experiencia recalcitrante» expresada en un «enunciado observacional» O', que es inconsistente con una conjunción de enunciados teóricos (y «observacionales») h_1, h_2, h_n, I_1, I_2, ... I_n, donde h_i son teorías e I_i son las correspondientes condiciones iniciales. En el «modelo deductivo» $h_1 \ldots h_n$, $I_1 \ldots I_n$ lógicamente implican O; pero se observa O', que implica no-O. Supongamos que las premisas son independientes y que todas son necesa-

[356] *Ibid.* La cláusula entre paréntesis es mía.

[357] Para Duhem un experimento *por sí mismo* nunca puede condenar a una teoría aislada (tal como el núcleo firme de un programa de investigación); para que tal «condena se produzca necesitamos además «sentido común», «sagacidad» e incluso un sano instinto metafísico que nos conduzca hacia «un orden claramente eminente». [Consúltese el final del *Apéndice* de la segunda edición de su (1906).]

[358] Quine habla de enunciados que tienen «distintas distancias con respecto a la periferia sensorial» y que, por ello, están más o menos expuestos al cambio. Pero es difícil definir tanto la periferia sensorial como la métrica utilizada. Según Quine, «las consideraciones que guían (al hombre) a modificar su herencia científica para acomodarla a sus cambiantes periferias sensoriales, son de orden racional, pragmático» (Quine, 1953). Pero para Quine, como para James o Le Roy, el «pragmatismo» sólo significa bienestar psicológico y considero irracional llamar «racional» a eso.

rias para deducir O. En este caso podemos restaurar la consistencia alterando cualquiera de las afirmaciones contenidas en nuestro modelo deductivo. Por ejemplo, sea h_1: «siempre que a un hilo se le carga un peso que excede al que caracteriza a la fuerza de tensión del hilo, éste se romperá»; sea h_2: «el peso característico que corresponde a este hilo es una libra»; sea h_3: «el peso al que fue sometido este hilo era de dos libras». Por fin, sea O: «un peso de hierro de dos libras se colgó del hilo situado en la posición espaciotemporal P y no se rompió». El problema se puede solucionar de muchas formas. Ofreceré algunos ejemplos: 1) Rechazamos h_1: sustituimos la expresión «se le carga un peso» por «es impulsado por una fuerza»; introducimos una nueva condición inicial: había un imán oculto (o una fuerza previamente desconocida) en el techo del laboratorio. 2) Rechazamos h_2: proponemos que la fuerza de tensión *depende* del grado de humedad de los hilos; la fuerza de tensión del hilo real, dado que se humedeció, era de dos libras. 3) Rechazamos h_3: el peso sólo era de una libra; las escalas estaban equivocadas. 4) Rechazamos O: el hilo *se rompió* en realidad; *se observó* que no se rompía, pero el profesor que propuso h_1, h_2, h_3 era un conocido liberal burgués y sus asistentes de laboratorio revolucionarios consistentemente vieron sus hipótesis refutadas cuando de hecho quedaban confirmadas. 5) Rechazamos h_3: el hilo no era un hilo sino un «superhilo» y los superhilos nunca se rompen [359]. Podríamos seguir indefinidamente. Realmente hay un número infinito de posibilidades para sustituir con suficiente imaginación cualquiera de las premisas (del modelo deductivo), invocando un cambio en alguna parte distante de nuestro conocimiento total (exterior al modelo deductivo) y restaurando así la consistencia.

¿Podemos formular esta observación trivial diciendo que «*cada contrastación es un desafío para la totalidad de nuestro conocimiento*»? No veo razón para que no lo hagamos. La resistencia de algunos falsacionistas a este dogma totalizador relativo al carácter «global» de todas las contrastaciones [360] sólo se debe a una fusión semántica de dos nociones diferentes de la «prueba» (o «desafío») que un resultado experimental recalcitrante supone para nuestro conocimiento.

La interpretación popperiana de una «prueba» (o «desafío») es que el resultado (O) contradice («desafía») a una conjunción finita y especificada de premisas (T): O y T no puede ser cierta. Pero ningún defensor del argumento Duhem-Quine negaría esto.

---

[359] Sobre tales defensas «reductoras de conceptos», y refutaciones «ampliadoras de conceptos», cf mi (1963-64).

[360] Popper (1963a), cap. 10, sección XVI.

La interpretación quineana de «prueba» (o «desafío») es que la sustitución de O y T puede involucrar también algún cambio ajeno a O y T. El sucesor de O y T puede ser inconsistente con algún H perteneciente a alguna parte distante de nuestro conocimiento. Pero esto no lo negaría ningún popperiano.

La confusión de las dos nociones de prueba originó algunas interpretaciones equivocadas y errores lógicos. Algunos pensaron de modo intuitivo que el *modus tollens* de las refutaciones puede «hacer blanco» en premisas muy distantes de nuestro conocimiento total y por ello quedaron atrapados en la idea de que la cláusula *ceteris paribus* es una premisa unida por conjunción a las premisas obvias. Pero este blanco se consigue no por medio del *modus tollens* sino como resultado de la subsiguiente sustitución de nuestro modelo deductivo original [361].

Por tanto, la tesis débil de Quine es trivialmente cierta. Pero a «la tesis fuerte de Quine» se opondrán vigorosamente tanto el falsacionista ingenuo como el sofisticado.

El falsacionista ingenuo insiste en que si tenemos un conjunto inconsistente de enunciados científicos, en primer lugar debemos seleccionar entre ellos: 1) una teoría que se contrasta (que hará de nuez); 2) un enunciado básico aceptado (que servirá de martillo) y el resto será conocimiento básico que no se pone en duda (y que hará las funciones de yunque). Y para aumentar el interés de esta situación hay que ofrecer un método para «endurecer» el «martillo» y el «yunque» de modo que podamos partir la nuez realizando un «experimento crucial negativo». Pero las conjeturas ingenuas referentes a esta división resultan demasiado arbitrarias y no ofrecen el endurecimiento debido. (Grunbaum, por otra parte, aplica el teorema de Bayes para mostrar que, al menos en algún sentido, el «martillo» y el «yunque» tienen elevadas probabilidades posteriores y por ello son lo bastante duros como para ser usados como cascanueces [362].

[361] El *locus classicus* de esta confusión es la errónea crítica de Canfield y Lehrer a Popper en su (1961); Stegmuller compartió la misma confusión lógica (1966, p. 7). Coffa contribuyó a clarificar el tema (1968).

Desgraciadamente mi propia fraseología en este artículo a veces sugiere que la cláusula *ceteris paribus* debe ser una premisa independiente de la teoría que se contrasta. Colin Howson me hizo ver este defecto fácilmente subsanable.

[362] Grunbaum adoptó previamente una posición que era la del falsacionismo dogmático y afirmó (con referencia a sus estudios de casos específicos de la geometría física, que son provocadores y desafiantes) que *podemos* descubrir la *falsedad* de *algunas* hipótesis científicas [e. g. Grunbaum (1959b) y (1960)]. Su (1959b) fue seguido por Feyerabend (1961), un texto en el que Feyerabend argumentó que «las refutaciones son finales mientras no existan explicaciones al-

El falsacionista sofisticado permite que cualquier parte del conjunto de la ciencia sea sustituido, pero sólo con la condición de que sea sustituido de un modo «progresivo», de forma que la sustitución anticipe con éxito hechos nuevos. En su reconstrucción racional de la falsación los «experimentos cruciales negativos» no desempeñan ninguna función. No ve nada erróneo en que un grupo de científicos brillantes se pongan de acuerdo para incorporar todo lo que puedan a su programa de investigación favorito («marco conceptual» si se prefiere) con un sagrado núcleo firme. Mientras su genio y su suerte les permitan expandir su programa «progresivamente» reteniendo el núcleo firme, están en libertad de hacerlo. Y si aparece un genio decidido a sustituir («progresivamente») la teoría menos criticada y más corroborada pero que a él le disgusta por razones filosóficas, estéticas o personales, se le puede desear buena suerte. Si compiten dos equipos que trabajan en programas de investigación rivales es probable que triunfe el que tenga más talento creador, a menos que Dios les castigue con una carencia extrema de éxito empírico. La dirección de la ciencia está determinada fundamentalmente por la imaginación humana creadora y no por el universo de hechos que nos rodea. La imaginación creadora probablemente hallará nueva evidencia corroboradora hasta para el más absurdo programa si la búsqueda tiene el ímpetu suficiente [363]. Esta búsqueda de *nueva evidencia confirmadora* es enteramente permisible. Los científicos sueñan fantasías y después emprenden una caza muy selectiva de hechos nuevos que se ajusten a aquellas fantasías. Este proceso puede describirse como «la ciencia creando su propio universo» (recordemos que «crear» se usa aquí en un sentido provocador, ideosincrático). Una escuela de científicos brillantes (respaldada por una sociedad lo bas-

---

ternativas ingeniosas y no triviales de los hechos». En su (1966) Grunbaum modificó su postura y, como respuesta a las críticas de Mary Hesse (Hesse, 1968) y otros, hizo cualificaciones adicionales: «Al menos en algunos casos podemos afirmar la falsedad de una hipótesis particular para cualquier finalidad científica, aunque no podemos falsarla de modo que quede absolutamente descartada cualquier posibilidad de una rehabilitación posterior» (Grunbaum, 1969, p. 1.092).

[363] Un ejemplo típico de lo dicho es el principio de la atracción gravitacional de Newton, según el cual los cuerpos se atraen instantáneamente entre sí a distancias enormes. Huyghens describió esta idea como «absurda», Leibnitz como «misteriosa» y los mejores científicos de la época «se preguntaban cómo (Newton) podía haberse tomado el trabajo de realizar un número tan grande de investigaciones y cálculos difíciles que no tenían otro fundamento que aquel mismo principio» (Koyré, 1965, pp. 117-18). Ya argumenté anteriormente que no es cierto que el progreso teórico sea un mérito del teórico y el éxito empírico, una simple cuestión de suerte. Si el teórico es más imaginativo es más probable que su programa teórico consiga, al menos, *algún* éxito empírico. Cf. MCE, cap. 8, pp. 239-43.

tante rica como para financiar algunas contrastaciones bien planeadas) puede conseguir impulsar cualquier programa fantasioso o, alternativamente, si eso es lo que desean, puede conseguir destruir cualquier soporte arbitrariamente elegido del conocimiento establecido.

El falsacionista *dogmático* llevará sus manos a la cabeza horrorizado ante este enfoque. Verá el fantasma del instrumentalismo de Bellarmino saliendo de la tumba en que había sido sepultado por el éxito newtoniano de la ciencia probada. Acusará al falsacionista sofisticado de construir sistemas de casilleros arbitrarios y de forzar a los hechos en ellos. Incluso puede calificar esta postura como una reaparición de la muy poco santa alianza irracionalista del burdo pragmatismo de James y el voluntarismo de Bergson triunfalmente destruida por Russell y Stebbing [364]. Pero nuestro falsacionista sofisticado combina el «instrumentalismo» (o «convencionalismo») con un fuerte requisito empirista que ni los «salvadores medievales de fenómenos» como Bellarmino, ni los pragmatistas como Quine o bergsonianos como Le Roy, habían apreciado: el requisito Leibnitz-Whewell-Popper de que *la construcción, bien planeada, de casilleros debe proceder con mucha mayor rapidez que la recopilación de los hechos que han de ser alojados en ellos.* Mientras se satisfaga este requisito, no importa si ponemos el énfasis en el aspecto «instrumental» de los programas de investigación imaginativos que sirven para descubrir hechos nuevos y para realizar predicciones fiables, o si lo ponemos en la creciente «verosimilitud» popperiana (esto es, en la diferencia estimada entre el contenido de verdad y el contenido de falsedad) de sus versiones sucesivas [365]. El falsacionismo sofisticado combina de este modo los mejores elementos del voluntarismo, del pragmatismo y de las teorías realistas del crecimiento empírico.

El falsacionista sofisticado no se alinea ni con Galileo ni con el cardenal Bellarmino. No se pone de parte de Galileo porque afirma que nuestras teorías básicas puede que sean todas igualmente absurdas y carentes de verosimilitud para la mente divina; y no apoya a Bellarmino a menos que el cardenal estuviera de acuerdo en que las teorías científicas pueden suministrarnos, a largo plazo, un número mayor de verdades y un número crecientemente menor de con-

---

364 Cf. Russell (1914), Russell (1946) y Stebbing (1914). Russell, que era un justificacionista, despreciaba el convencionalismo: «Mientras que la voluntad ha ascendido en la escala, el conocimiento ha descendido. Este es el cambio más notable que ha incidido sobre el talante de la filosofía de nuestro época. Ese cambio fue preparado por Rousseau y Kant» (1946, p. 787). Por supuesto, parte de la inspiración de Popper procede de Kant y de Bergson. (Cf. su 1934, secciones 2 y 4.)

365 Sobre «verosimilitud», cf. Popper (1963a), cap. 10 y *abajo*, la nota siguiente; sobre «fiabilidad», cf. este volumen, cap. 3 y MCE, cap. 8.

secuencias falsas, por lo que, *en este sentido estrictamente técnico,* pueden tener «verosimilitud» creciente [366].

---

[366] «Verosimilitud» tiene dos significados distintos que no deben ser confundidos. En primer lugar puede utilizarse significando plausibilidad intuitiva de la teoría; en este sentido, y según mi punto de vista, todas las teorías científicas creadas por la mente humana son igualmente inverosímiles y misteriosas. En segundo lugar puede utilizarse en el sentido de una medida cuasi-teórica de la diferencia entre las consecuencias verdaderas y falsas de una teoría que nunca puede ser conocida, pero que ciertamente podemos conjeturar. Fue Popper quien utilizó «verosimilitud» como un término técnico para denotar tal diferencia (1963, cap. 10). Pero su afirmación de que esta explicación se corresponde estrechamente con el significado original es errónea y origina equivocaciones. Según el uso original, pre-popperiano, «verosimilitud» podía significar o bien plausibilidad intuitiva o bien una proto-versión ingenua de la plausibilidad empírica de Popper. Popper ofrece unas citas interesantes sobre el último significado, pero ninguna sobre el primero (1963a, pp. 399 y ss.). Pero Bellarmino podía haber aceptado que la teoría de Copérnico tenía mayor «verosimilitud» en el sentido técnico de Popper, pero no que tuviera verosimilitud en el primer sentido intuitivo. La mayoría de los «instrumentalistas» son «realistas» en el sentido de que están de acuerdo en que la «verosimilitud» (popperiana) de las teorías científicas probablemente crece, pero no son realistas en el sentido de que, por ejemplo, aceptarían que el enfoque de campos de Einstein es *intuitivamente* más próximo al diseño del Universo que la acción a distancia de Newton. *Por tanto, la finalidad de la ciencia puede ser aumentar la verosimilitud popperiana, pero no necesariamente aumentar también la verosimilitud clásica.* Como el mismo Popper dijo, esta última es, al contrario de la primera, una idea «metafísica y peligrosamente imprecisa» (1963a, p. 231).

La «verosimilitud empírica» de Popper rehabilita en un sentido la idea del *crecimiento acumulativo* de la ciencia. Pero la fuerza conductora del crecimiento acumulativo en la «verosimilitud empírica» es el conflicto revolucionario de la «verosimilitud intuitiva». Cuando Popper escribía su *Truth, rationality and the growth of knowledge* yo me sentía incómodo acerca de su identificación de los conceptos de «verosimilitud» hasta el punto de preguntarle: «¿Podemos hablar realmente sobre una correspondencia *mejor?*... ¿Existen los grados de verdad?... ¿No es peligrosamente equívoco hablar como si la verdad tarskiana estuviera situada en alguna parte de un espacio métrico o al menos topológico de modo que pudiéramos decir de dos teorías (digamos una teoría inicial t_1 y una teoría posterior t_2) que t_2 ha superado a t_1 o que ha progresado más que t_1, acercándose más a la verdad que t_1? (Popper 1963a, p. 232). Popper rechazó mis recelos imprecisos. Entendía (y tenía razón) que estaba proponiendo una idea nueva muy importante. Pero se equivocaba al creer que su nueva concepción técnica de la «verosimilitud» absorbía completamente los problemas referentes a la antigua e intuitiva «verosimilitud». Kuhn dice: «Afirmar por ejemplo de una teoría de campos que «se aproxima más a la verdad» que la teoría más antigua de materia y fuerza, debe querer decir, *a menos que las palabras se utilicen de una forma peculiar,* que los elementos constitutivos últimos de la naturaleza son más análogos a los campos que a la materia y a la fuerza» (Kuhn, 1970b, p. 265; subrayado añadido). En realidad Kuhn tiene razón, aunque las palabras *normalmente* «se utilizan de una forma peculiar». Espero que esta nota puede contribuir a la clarificación de los problemas involucrados. [* Sobre algunas dificultades fundamentales de la concepción «técnica» de Popper de la verosimilitud, puede consultarse Miller (1975). (Eds.).]

Capítulo 2

LA HISTORIA DE LA CIENCIA Y SUS RECONSTRUCCIONES RACIONALES *

Introducción

«La filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega.» Este artículo toma como consigna esta paráfrasis de la conocida afirmación de Kant y trata de explicar *cómo* debería aprender la historiografía de la ciencia de la filosofía de la ciencia, y *viceversa*. Se defenderá que: *a)* la filosofía de la ciencia suministra metodologías normativas con las que el historiador reconstruye la «historia interna», ofreciendo de este modo una explicación racional del crecimiento del conocimiento objetivo; *b)* dos metodologías rivales pueden ser evaluadas con ayuda de la historia (interpretada normativamente); *c)* cualquier reconstrucción racional de la historia debe ser complementada mediante una «historia externa» (socio-psicológica).

La demarcación esencial entre lo normativo-interno y lo empírico-externo difiere entre metodologías. Las teorías historiográficas internas y externas determinan conjuntamente y en gran medida la elección de problemas para el historiador. Pero algunos de los problemas

* Este artículo se publicó por primera vez en Lakatos (1971a). Allí constan los siguientes agradecimientos: «Las primeras versiones fueron leídas y criticadas por Colin Howson, Alan Musgrave, John Watkins, Elie Zahar y especialmente John Worrall». El artículo apareció en 1971 junto con algunas observaciones críticas (De Feigl, Hall, Koertge y Kuhn) y una «Respuesta a las críticas» de Lakatos. Estas no las reproducimos aquí. (Editores.)

más importantes de la historia externa sólo pueden formularse en términos de una metodología; por ello la historia interna, así definida, es lo principal y la historia externa, lo secundario. Realmente, a la vista de la autonomía de la historia interna (y no de la externa), la historia externa es irrelevante para la comprensión de la ciencia [1].

1. Metodologías de la ciencia rivales; las reconstrucciones racionales como guías de la historia

Coexisten varias metodologías en la filosofía de la ciencia contemporánea, pero todas ellas son algo muy diferente de lo que solía entenderse por «metodología» en el siglo XVII e incluso en el XVIII. Entonces se confiaba que la metodología suministraría a los científicos un libro de reglas mecánicas para la solución de sus problemas. En la actualidad se ha abandonado esta esperanza; las metodologías modernas o «lógicas de la investigación» sólo consisten de un conjunto de reglas (posiblemente no bien articuladas y, desde luego, no mecánicas) para la *evaluación* de teorías ya propuestas y articuladas [2]. A menudo esas reglas o sistemas de evaluación sirven también como teorías acerca de la «racionalidad científica», como «criterios de demarcación» o como «definiciones de la ciencia» [3]. Al margen del dominio legislativo de estas reglas normativas, existe, por supuesto, la psicología y la sociología de la investigación, de carácter empírico.

A continuación resumiré cuatro «lógicas de la investigación» diferentes. Cada una de ellas será caracterizada por las reglas que gobiernan la aceptación (científica) o el rechazo de las teorías o de los programas de investigación [4]. Esas reglas cumplen una función doble. En primer lugar funcionan como un *código del honor científico* cuya violación resulta intolerable; además, como núcleos firmes de los

---

1 La «historia interna» se define normalmente como la historia intelectual; la «historia externa», como la historia social (cf. e. g. Kuhn, 1968). Mi nueva demarcación, no ortodoxa, entre la historia «interna» y «externa», constituye un cambio importante del problema y puede parecer dogmática. Pero mis definiciones forman el núcleo firme de un programa de investigación historiográfico; su evaluación forma parte de la evaluación de la fertilidad de todo el programa.

2 Este es un cambio esencial en el problema de la filosofía de la ciencia normativa. El término «normativo» ya no significa reglas para obtener soluciones, sino simplemente instrucciones para evaluar las soluciones existentes. De este modo la metodología queda separada de la heurística al igual que los juicios de valor de los enunciados sobre el «debe». (Debo esta analogía a John Watkins.)

3 Parece ser que esta abundancia de sinónimos induce a la confusión.

4 La importancia epistemológica de la «aceptación y el rechazo» científicos es, como veremos, muy distinta en las cuatro metodologías que discutiremos.

programas (normativos) de investigación historiográfica. Me concentraré en su segunda función.

a) El inductivismo

El inductivismo ha sido una de las metologías de la ciencia más influyentes. Según el inductivismo sólo pueden tener cabida en la ciencia aquellas proposiciones que, o bien describen hechos indiscutibles, o son generalizaciones inductivas infalibles a partir de aquéllos [5]. Cuando un inductivista *acepta* una proposición científica, la acepta como una verdad probada y la *rechaza* si tal no es el caso. Su rigor científico es estricto: una proposición debe ser o bien probada por los hechos, o bien inferida (de forma deductiva o industiva) a partir de otras proposiciones ya probadas.

Cada metodología tiene sus problemas lógicos y epistemológicos específicos. Por ejemplo, el inductivismo debe establecer con certeza la verdad de las proposiciones fácticas («básicas») y la validez de las inferencias inductivas. Algunos filósofos están tan preocupados por sus problemas lógicos y epistemológicos que nunca llegan a interesarse por la historia real; si la historia real no se ajusta a sus criterios puede que sean tan temerarios como para proponer que comencemos de nuevo, y a partir de cero, a construir el edificio de la ciencia. Otros aceptan como satisfactoria alguna solución tosca de tales problemas lógicos y epistemológicos, y emprenden una reconstrucción racional de la historia sin advertir la debilidad (o incluso, la insostenibilidad) lógico-epistemológica de su metodología [6].

La crítica inductivista es fundamentalmente escéptica: consiste en mostrar que una proposición no ha sido probada y que es, por ello, pseudocientífica, en lugar de probar que es falsa [7]. Cuando el historiador inductivista escribe la *prehistoria* de una disciplina científica puede utilizar con abundancia tales críticas. A menudo explicará las etapas oscuras (cuando la gente era presa de ideas «no probadas») con ayuda de alguna explicación «externa», como la teoría socio-psicológica acerca de la influencia reaccionaria de la Iglesia Católica.

---

5 El «neo-inductivismo» sólo requiere generalizaciones de las que se puede probar su elevada probabilidad. En lo que sigue sólo discutiré el inductivismo clásico, pero es similar el tratamiento aplicable a la diluida versión neo-inductivista.

6 Cf. *abajo*, pp. 156-57.

7 Para una discusión detallada de la crítica inductivista (y en general, justificacionista), cf. mi (1970b).

El historiador inductivista sólo acepta dos clases de *descubrimientos científicos genuinos: las proposiciones fácticas sólidas* y las *generalizaciones* inductivas. Estas y sólo éstas constituyen la espina dorsal de su historia *interna*. Las busca al escribir historia, aunque encontrarlas no es tarea fácil. Sólo cuando lo consigue comienza la construcción de sus maravillosas pirámides. Las revoluciones consisten en el desenmascaramiento de errores (irracionales) que subsiguientemente son expulsados de la historia de la ciencia y traspasados a la historia de la pseudociencia, a la historia de las meras creencias: el progreso científico genuino comienza con la última revolución científica acaecida en cualquier disciplina concreta.

Cada historiografía tiene sus paradigmas victoriosos característicos [8]. Los paradigmas principales de la historiografía inductivista fueron las generalizaciones de Kepler a partir de las cuidadosas observaciones de Tycho Brahe; el descubrimiento de Newton de su ley de gravitación mediante la generalización inductiva de los «fenómenos» de Kepler referentes al movimiento planetario, el descubrimiento de Ampère de su ley de electrodinámica a partir de la generalización inductiva de sus observaciones sobre corrientes eléctricas. Algunos inductivistas también defienden que la química moderna comenzó realmente con los experimentos de Lavoisier y su «correcta explicación» de los mismos.

Pero el historiador inductivista no puede suministrar una explicación *racional* «interna» de *por qué* ciertos hechos fueron seleccionados en lugar de otros. Para él, éste es un problema *no racional, empírico y externo*. El inductivismo, como una teoría «interna» de la racionalidad, es compatible con muchas teorías externas o empíricas complementarias relativas a la elección de los problemas. Por ejemplo, es compatible con la doctrina vulgar marxista según la cual la elección de problemas está determinada por las necesidades sociales [9]; así, algunos marxistas vulgares identifican las fases principales de la historia de la ciencia con las fases principales del desarrollo económico [10]. Pero no es necesario que la selección de hechos esté determinada por factores sociales; puede que esté determinada por influencias intelectuales extracientíficas. Y el inductivismo también es compatible con la teoría «externa» según la cual la elección de problemas está determinada fundamentalmente por perspectivas

---

[8] Ahora estoy utilizando el término «paradigma» en su sentido pre-kuhniano.

[9] Esta compatibilidad fue señalada por Agassi en las pp. 23-7 de su (1963). Pero no señaló la compatibilidad análoga en el seno de su propia historiografía falsacionista; cf. *abajo*, pp. 143-44.

[10] Cf. e. g. Bernal (1965), p. 377.

teóricas (o metafísicas) innatas o adoptadas arbitrariamente (o tradicionalmente).

Existe una variedad radical del inductivismo que condena todas las influencias externas, sean intelectuales, psicológicas o sociológicas, por crear prejuicios inadmisibles: los inductivistas radicales sólo aceptan una selección (azarosa) realizada por una mente vacía. A su vez, el inductivismo radical es una variante especial del *internalismo radical.* Según este último, tan pronto como queda establecida la existencia de alguna influencia externa en la aceptación de una teoría científica (o proposición fáctica), tal aceptación debe ser negada: la prueba de que existen influencias externas implica la invalidación [11]; puesto que las influencias externas siempre existen, el internalismo radical es utópico y autodestructivo como teoría de la racionalidad [12].

Cuando el historiador inductivista radical se enfrenta con el problema de explicar cómo es posible que grandes científicos tuvieran en gran estima a la metafísica, y entendieran que sus descubrimientos eran importantes por razones que parecen muy extrañas desde un punto de vista inductivista, remitirá estos problemas de «falsa conciencia» a la psicopatología; esto es, a la historia externa.

b) El convencionalismo

El convencionalismo permite la construcción de cualquier sistema de casillas que organice los hechos en algún todo coherente. El convencionalismo decide mantener intacto el centro de tal sistema de casillas mientras ello sea posible: cuando una invasión de anomalías plantea dificultades, cambia y complica las estructuras periféricas. Pero el convencionalista no considera a ningún sistema de casillas como verdadero por haber sido probado, sino sólo como «verdadero por convención» (o posiblemente como ni verdadero ni falso, incluso). En las variantes *revolucionarias* del convencionalismo, no es necesario adherirse para siempre a un sistema dado de casillas; tales sistemas pueden ser abandonados si llegan a ser intolerablemente toscos y si existen otros más sencillos que pueden sustituirlos [13]. Desde un punto de vista epistemológico y lógico, esta versión del convencionalismo es mucho más sencilla que el inductivismo: no

---

[11] Algunos positivistas lógicos se incluían en este conjunto: recuerdo el horror de Hempel ante las ocasionales alabanzas de Popper a ciertas influencias metafísicas externas sobre la ciencia. (Hempel, 1937.)

[12] Cuando los oscurantistas alemanes se burlan del «positivismo» frecuentemente se refieren al internalismo radical y, en particular, al inductivismo radical.

[13] Sobre lo que aquí llamo *convencionalismo revolucionario*, consúltese el capítulo 1, p. 33, y *abajo*, pp. 143-44.

requiere inferencias inductivas válidas. El *progreso* genuino de la ciencia es acumulativo y tiene lugar en el terreno básico de los «hechos probados» [14]; los *cambios* en el terreno teórico son meramente instrumentales. El «progreso» teórico es sólo una cuestión de conveniencia («simplicidad») y no de contenido de verdad [15]. Por supuesto, es posible introducir el convencionalismo revolucionario también al nivel de las proposiciones «fácticas», en cuyo caso estas proposiciones «fácticas» serían aceptadas por decisión y no por «pruebas» experimentales. Pero en tal caso el convencionalista debe diseñar algún principio metafísico que complemente sus reglas referentes al juego de la ciencia si desea conservar la noción de que el crecimiento de la ciencia fáctica tiene algo que ver con la verdad de hecho, objetiva [16]. De no hacerlo así no podrá evitar el escepticismo, o al menos, alguna forma radical de instrumentalismo.

(Es importante clarificar la *relación entre convencionalismo e instrumentalismo*. El convencionalismo descansa en el reconocimiento de que supuestos falsos pueden tener consecuencias verdaderas, por lo que algunas teorías falsas pueden tener un gran poder predictivo. Los convencionalistas tuvieron que afrontar el problema de comparar teorías rivales falsas. La mayoría de ellos confundieron la verdad con sus síntomas y hubieron de mantener alguna versión de la teoría pragmática de la verdad. Fue la teoría de Popper sobre el contenido de verdad, la verosimilitud y la corroboración lo que finalmente estableció las bases para una versión intachable del convencionalismo. Por otra parte, algunos convencionalistas no tenían bastantes conocimientos lógicos como para comprender que algunas proposiciones

---

[14] Fundamentalmente aquí sólo discuto una versión del convencionalismo revolucionario, la que Agassi en su (1966) llama «no sofisticada»: la que supone que las proposiciones fácticas (al contrario de los sistemas de casillas) pueden ser probadas. (Duhem, por ejemplo, no traza ninguna distinción clara entre los hechos y las proposiciones fácticas).

[15] Es importante señalar que la mayoría de los convencionalistas se resisten a abandonar las generalizaciones inductivas. Distinguen entre «*el nivel de los hechos*», «*el nivel de las leyes*» (esto es, generalizaciones inductivas obtenidas a partir de los hechos) y «el nivel de las teorías» (o de los sistemas de casillas) que clasifican de forma conveniente tanto los hechos como las leyes inductivas. (Whewell, el convencionalista conservador, y Duhem, el convencionalista revolucionario, difieren menos de lo que imagina la mayoría).

[16] Se puede llamar a tales principios metafísicos «principios inductivos». Puede consultarse MCE, cap. 8, pp. 243-59, y este volumen, cap. 3, con relación a un «principio inductivo» que, aproximadamente, convierte el «grado de corroboración» de Popper en una medida de la verosimilitud popperiana (contenido de verdad menos contenido de falsedad). (Otro «principio inductivo» de aceptación muy general puede formularse así: «Lo que la comunidad de científicos profesionales, o actualizados, o convenientemente purgados, decide *aceptar* como "verdad", es verdad».)

pueden ser ciertas aunque no hayan sido probadas, otras pueden ser falsas aunque tengan consecuencias ciertas, y aun otras pueden ser falsas pero aproximadamente verdaderas. Estos optaron por el «instrumentalismo»; consideraron las teorías como ni ciertas ni falsas sino simplemente como instrumentos para la predicción. El convencionalismo, tal como lo hemos definido, es una posición filosóficamente correcta; el instrumentalismo es una versión degenerada del mismo que se basa en una simple confusión filosófica originada en la carencia de conocimientos lógicos elementales.)

El convencionalismo revolucionario nació como la filosofía de la ciencia de los bergsonianos: las consignas fueron libre albedrío y creatividad. El código de honor científico de los convencionalistas es menos riguroso que el de los inductivistas: no prohíbe las especulaciones carentes de pruebas y permite que se construya un sistema de casillas en torno a *cualquier* idea imaginada. Además, el convencionalista no niega el carácter científico a los sistemas ya abandonados; el convencionalista interpreta como racional una parte de la historia real de la ciencia mucho mayor que el inductivista.

Para el historiador convencionalista los descubrimientos principales son, fundamentalmente, invenciones de sistemas de casillas nuevos y más simples. Por ello constantemente establece comparaciones en torno a la simplicidad: la médula de su historia interna está en las complicaciones de los sistemas de casillas y en las sustituciones revolucionarias de los mismos.

Para el convencionalista el caso paradigmático de revolución científica fue la revolución copernicana [17]. Se ha intentado probar que también las revoluciones de Lavoisier y de Einstein fueron sustituciones de teorías complicadas por otras sencillas.

La historiografía convencionalista no puede suministrar una explicación *racional* de que ciertos hechos particulares sean seleccionados en primer lugar ni de que ciertos sistemas de casillas particulares y no otros sean utilizados en etapas iniciales en las que sus méritos relativos aún no están claros. Por ello el convencionalismo, como el inductivismo, es compatible con varios programas empírico-«externalistas» complementarios.

---

[17] La mayor parte de las exposiciones históricas de la Revolución Copernicana se escriben desde un punto de vista convencionalista. Pocos pretendieron que la teoría de Copérnico era una «generalización inductiva» a partir de algún «descubrimiento fáctico» o que fuera propuesta como una teoría audaz para sustituir a la teoría tolemaica que había sido «refutada» por algún famoso «experimento crucial».

Para una discusión adicional de la historiografía de la Revolución Copernicana, cf. cap. 4, *abajo*.

Por último, el historiador convencionalista, como su colega inductivista, a menudo tropieza con el problema de la «falsa conciencia». Por ejemplo, según el convencionalismo es un «hecho» que los grandes científicos crean sus teorías dejando volar su imaginación. Entonces, ¿por qué afirman a menudo tales científicos que infirieron sus teorías a partir de los hechos? La reconstrucción racional del convencionalista a menudo difiere de la que realizan los grandes científicos y el historiador convencionalista remite estos problemas de falsa conciencia al externalista [18].

c) *El falsacionismo metodológico*

El falsacionismo contemporáneo nació como una crítica logico-epistemológica del inductivismo y del convencionalismo de Duhem. El inductivismo fue criticado porque sus dos supuestos básicos, que las proposiciones fácticas pueden ser «derivadas» de los hechos y que pueden existir inferencias válidas inductivas (que incrementan el contenido), carecen de prueba e incluso pueden demostrarse que son falsos. Se criticó a Duhem porque las comparaciones en términos de simplicidad intuitiva dependen de gustos subjetivos y son tan ambiguas que sobre ellas no puede fundamentarse ninguna crítica sólida. Popper propuso una nueva «metodología falsacionista» [19] en su *Logik der Forschung*. Esta metodología es otra variedad de convencionalismo revolucionario: su principal diferencia es que permite que sean aceptados por convención los «enunciados básicos», fácticos, singulares en un sentido espacio-temporal, en lugar de las teorías espacio-temporalmente universales. De acuerdo con el código de honor del falsacionista, una teoría es científica sólo si *puede* entrar en conflicto con un enunciado básico, y una teoría debe ser eliminada si entra en conflicto con un enunciado básico aceptado. Popper también señaló una condición adicional que deben satisfacer las teorías para que sean calificadas como científicas: deben predecir hechos *nuevos*, esto es, no previstos por el conocimiento existente. Por tanto, es contrario al código del honor científico de Popper proponer teorías infalsables o hipótesis *ad hoc* (que no implican

---

[18] Por ejemplo, para los historiadores no inductivistas, el «*Hypotheses non fingo*» de Newton representa un problema importante. Duhem, que al contrario de la mayoría de los historiadores, no se excedió en su adoración a Newton, rechazó la metodología inductiva de Newton, como un sinsentido lógico, pero Koyré, entre cuyas muchas virtudes no se encontraba la lógica, dedicó largos capítulos a la «profundidad oculta» del galimatías newtoniano.

[19] *En este artículo utilizo este término para referirme exclusivamente a una versión del falsacionismo, esto es, al «falsacionismo metodológico ingenuo» tal como se define en* el capítulo 1, pp. 20-46.

nuevas predicciones empíricas), del mismo modo que es contrario al código del honor científico inductivista (clásico) proponer teorías o hipótesis no probadas.

El gran atractivo de la metodología popperiana radica en su claridad y en su poder. El modelo deductivo de crítica científica de Popper contiene proposiciones espacio-temporalmente universales empíricamente falsables, condiciones iniciales y sus consecuencias. El arma de la crítica es el *modus tollens* y ni la lógica inductiva ni la simplicidad intuitiva complican este panorama [20].

(Aunque el falsacionismo es lógicamente impecable, tiene sus propias dificultades epistemológicas. En su protoversión «dogmática» supone que las proposiciones pueden ser probadas mediante los hechos y que, por tanto, las teorías pueden ser refutadas: un supuesto falso [21]. En su versión popperiano-convencionalista requiere de algún «principio inductivo» (extrametodológico) que suministre peso epistemológico a las decisiones referentes a la aceptación de enunciados «básicos» y, en general, para conectar las reglas del juego científico con la verosimilitud [22].

El historiador popperiano busca teorías falsables, importantes y audaces, y grandes experimentos cruciales de resultados negativos. Tales son los ingredientes de su reconstrucción racional. Los paradigmas de importantes teorías falsables, favoritos de los popperianos, son las teorías de Newton y de Maxwell, las fórmulas sobre radiación de Rayleigh, Jeans y Wien y la revolución einsteiniana; sus paradigmas favoritos de experimentos cruciales son el experimento Michelson-Morley, el experimento del eclipse de Eddington y los experimentos de Lummer y Pringsheim. Fue Agassi quien trató de convertir este falsacionismo ingenuo en un programa de investigación historiográfico sistemático [23]. En particular, predijo (o «postdijo», si se prefiere) que detrás de cada descubrimiento experimental importante hay una teoría contradicha por el descubrimiento; la importancia de un descubrimiento fáctico debe medirse por la importancia de la teoría que refuta. Agassi parece aceptar ingenuamente los juicios de valor de la comunidad científica sobre la importancia de descubrimientos fácticos como los de Galvani, Oersted, Priestley, Roentgen y Hertz, pero niega el «mito» de que constituyeran descubrimientos azarosos (como se decía que fueron los cuatro primeros)

---

[20] Puesto que en su metodología el *concepto* de simplicidad intuitiva no tiene lugar, Popper pudo usar el término «simplicidad» para referirse al «grado de falsabilidad». Pero la simplicidad es más que esto: cf. cap. 1, pp. 64 y ss.

[21] Para una discusión, cf. cap. 1, especialmente pp. 27-28.

[22] Para una discusión adicional, cf. *abajo*, pp. 158-59.

[23] Agassi (1963).

o ejemplos confirmadores (como pensó Hertz en principio que era su descubrimiento)[24]. De este modo llega Agassi a una predicción audaz: los cinco experimentos fueron refutaciones con éxito (en algunos casos se trataba incluso de refutaciones *planeadas*) de teorías que él se propone desentrañar y que, realmente, afirma haber desentrañado en la mayoría de los casos[25].

A su vez, la historia interna propperiana puede ser fácilmente complementada con teorías externas de la historia. Así, el mismo Popper explicó que (por el lado positivo): 1) el principal estímulo externo de las teorías científicas procede de la «metafísica» no científica e incluso de mitos (esto fue maravillosamente ilustrado más tarde, principalmente por Koyré), y que (por el lado negativo): 2) los hechos *no* constituyen tales estímulos externos (los descubrimientos fácticos íntegramente forman parte de la historia interna constituyendo refutaciones de alguna teoría científica, de modo que los hechos sólo son observados si entran en conflicto con algunas expectativas previas). Ambas tesis son piedras angulares de la *psicología* de la investigación de Popper[26]. Feyerabend desarrolló otra interesante tesis *psicológica* de Popper: la proliferación de teorías rivales puede acelerar *externamente* la falsación *interna* popperiana[27].

Pero las teorías externas complementarias del falsacionismo no tienen por qué limitarse a las influencias puramente intelectuales. Se debe insistir (con perdón de Agassi) en que el falsacionismo no es menos compatible con el punto de vista del marxismo vulgar sobre el progreso científico que el inductivismo. La única diferencia radica en que mientras para el inductivismo el marxismo puede ser invo-

---

[24] Un descubrimiento experimental es un *descubrimiento azaroso en el sentido objetivo* si no constituye un ejemplo confirmador ni refutador de alguna teoría que se incluye en el conocimiento objetivo del momento; es un *descubrimiento azaroso en el sentido subjetivo* si el descubridor no lo realiza (o no lo reconoce) como un ejemplo confirmador o refutador de alguna teoría que él personalmente mantenía en ese momento.

[25] Agassi (1963), pp. 64-74. * Véase también MCE, cap. 8 (Editores).

[26] En el círculo popperiano fueron Agassi y Watkins quienes insistieron particularmente en la importancia de las teorías «metafísicas» no falsables o apenas contrastables como suministradoras de estímulos *externos* para desarrollos posteriores auténticamente científicos. (Cf. Agassi, 1964b, y Watkins, 1958). Desde luego esta idea ya está presente en Popper (1934) y (1960b). Cf. cap. 1, p. 126; pero confío en que la nueva formulación de la diferencia entre su enfoque y el mío, que hoy voy a ofrecer en este artículo, resultará mucho más clara.

[27] Popper en algunas ocasiones (y Feyerabend de forma sistemática) acentuó la función catalizadora (externa) de las teorías alternativas en la génesis de los llamados «experimentos cruciales». Pero las alternativas no son simples catalizadores que posteriormente puedan ser eliminadas en la reconstrucción racional: son partes *necesarias* del proceso de falsación. Cf. Popper (1940) y Feyerabend (1965); pero cf. también cap. 1, especialmente pp. 52-53, n. 121.

cado para explicar el descubrimiento de *hechos,* según el falsacionismo puede ser utilizado para explicar la invención de *teorías científicas,* en tanto que la elección de hechos (que es, para el falsacionista, la elección de «falsadores potenciales») está fundamentalmente determinada de forma interna por las teorías.

La «falsa conciencia» (falsa desde el punto de vista de *su* teoría de la racionalidad) crea un problema al historiador falsacionista. Por ejemplo, ¿por qué algunos científicos entienden que los experimentos cruciales son positivos y verificadores en lugar de negativos y refutadores? Para solucionar estos problemas el falsacionista Popper elaboró (con más habilidad que cualquiera de sus predecesores) el puente entre el conocimiento objetivo (en su «tercer mundo») y sus distorsionados reflejos en las mentes individuales [28]. De este modo preparó el camino para mi demarcación entre historia interna y externa.

d) La metodología de los programas de investigación científica

Según mi metodología, los grandes logros científicos son programas de investigación que pueden ser evaluados en términos de transformaciones progresivas y regresivas de un problema; las revoluciones científicas consisten en que un programa de investigación reemplaza (supera progresivamente) a otro [29]. Esta metodología ofrece una nueva reconstrucción racional de la ciencia. La mejor forma de presentarla es por vía de contraste con el falsacionismo y el convencionalismo de los que adopta algunos elementos esenciales.

Esta metodología toma del convencionalismo la libertad de aceptar racionalmente, mediante convención, no sólo los «enunciados fácticos» singulares en un sentido espacio-temporal, sino también las teorías espacio-temporalmente universales; en verdad, éste resulta ser el elemento más importante para la continuidad del crecimiento científico [30]. La unidad básica para la evaluación no debe ser una teoría aislada o una conjunción de teorías, sino un «programa de investigación» con un «núcleo firme» convencionalmente aceptado (y por tanto, «irrefutable» por decisión provisional) y con una «heu-

---

[28] Cf. Popper (1968a) y (1968b).

[29] Los términos «cambios progresivos y regresivos de problemática», «programas de investigación», «superación» serán sucintamente definidos en estas páginas; se encontrarán definiciones más detalladas en mi (1968c), y especiamente en el capítulo 1 de este volumen.

[30] Popper no acepta esto: «Existe una gran diferencia entre mi enfoque y el convencionalismo. Defiendo que lo que caracteriza al método empírico es precisamente esto: nuestras convenciones determinan la aceptación de los enunciados *singulares,* no de los *universales*» (Popper, 1934, sección 30).

rística positiva» que define los problemas, esboza la construcción de un cinturón de hipótesis auxiliares, prevé anomalías y victoriosamente las transforma en ejemplos según un plan preconcebido, todo ello. El científico enumera anomalías, pero mientras su programa de investigación conserve su empuje, puede dejarlas aparte. *La selección de sus problemas está fundamentalmente dictada por la heurística positiva de su programa y no por las anomalías* [31]. Sólo cuando se debilita la fuerza impulsora de la heurística positiva, se puede otorgar más atención a las anomalías. De este modo la metodología de los programas de investigación puede explicar *la gran autonomía de la ciencia teórica,* lo que es imposible para las ingenuas e inconexas secuencias de conjeturas y refutaciones de los falsacionistas. Todo lo que para Popper, Watkins y Agassi son influencias metafísicas, externas, se convierte aquí en el «núcleo firme» *interno* de un programa [32].

La metodología de los programas de investigación presenta un cuadro del juego de la ciencia muy diferente del ofrecido por el falsacionista metodológico. La mejor jugada de apertura es un programa de investigación en lugar de una hipótesis falsable (y, por tanto, consistente). La mera «falsación» (en el sentido de Popper) no tiene por qué implicar el rechazo [33]. Las meras «falsaciones» (esto es, las anomalías) deben ser consignadas, pero no es necesario ocuparse de ellas. Desaparecen los grandes experimentos cruciales negativos popperianos: «experimento crucial» es un título honorífico que, naturalmente, puede ser conferido a ciertas anomalías, pero sólo *ex-post,* sólo cuando un programa crucial se describe mediante un enunciado básico aceptado que es inconsistente con una teoría. Según Popper, un experimento crucial viene descrito por un enunciado básico aceptado que es inconsistente con una teoría según la metodología de los programas de investigación científica, ningún enunciado básico aceptado *por sí solo* justifica que el científico rechace una teoría. Este conflicto puede presentar un problema (mayor o menor), pero en modo alguno supone

---

[31] El falsacionista niega esto vehementemente: «Aprender de la experiencia es aprender de cada caso de refutación. Cada caso de refutación se convierte en un caso problemático» (Agassi, 1964b, p. 201). En su (1969) Agassi atribuyó a Popper la afirmación según la cual «aprendemos de la experiencia mediante refutaciones» (p. 169) y añade que, según Popper, *sólo* podemos aprender de las refutaciones y no de las corroboraciones (p. 167). Feyerabend, incluso en su (1969b), afirma que «en la ciencia son suficientes los casos negativos». Pero estas observaciones revelan una teoría muy unilateral del aprendizaje por medio de la experiencia. (Cf. cap. 1, p. 52, n. 118, y p. 54.

[32] Duhem, un firme positivista en filosofía de la ciencia, sin duda excluiría a la mayor parte de la metafísica por carecer de carácter científico y no aceptaría que pueda tener influencia en la ciencia propiamente dicha.

[33] Cf. MCE, cap. 8, pp. 236-40, mi (1968c), pp. 162-67, y este volumen, pp. 46 y ss., y pp. 93 y ss.

una «victoria». La naturaleza puede gritar «no», pero tal vez la inteligencia humana (en contra de Weyl y de Popper [34] sea siempre capaz de gritar con más fuerza. Con recursos suficientes y algo de suerte, cualquier teoría puede ser defendida «progresivamente» durante mucho tiempo, aun cuando sea falsa. La secuencia popperiana de «conjeturas y refutaciones», esto es, la secuencia de ensayo-mediante-hipótesis seguido de error-probado-por-experimento ha de ser abandonada; ningún experimento es crucial en el momento en que se realiza y aún menos en períodos previos (excepto desde un punto de vista psicológico posiblemente).

Hay que señalar, sin embargo, que la metodología de los programas de investigación científica es más exigente que el convencionalismo de Duhem. Yo introduzco algunos sólidos elementos popperianos para evaluar si un programa progresa o degenera, o si está superando a otro, en lugar de permitir que el confuso sentido común de Duhem [35] juzgue cuándo ha de ser abandonado un marco teórico. Esto es, ofrezco criterios de progreso y de estancamiento internos a los programas, y también reglas para la eliminación de programas de investigación completos. Se dice que un programa de investigación *progresa* mientras sucede que su crecimiento teórico se anticipa a su crecimiento empírico; esto es, mientras continúe prediciendo hechos nuevos con algún éxito («*cambio progresivo de problemática*»); un programa está estancado si su crecimiento teórico se retrasa con relación al crecimiento empírico; esto es, si sólo ofrece explicaciones *post-hoc* de descubrimientos casuales o de hechos anticipados y descubiertos en el seno de un programa rival («*cambio regresivo de problemática*») [36]. Si un programa de investigación explica de forma

[34] Cf. Popper (1934), sección 85.

[35] Cf. Duhem (1906), parte II, cap. VI, 10.

[36] De hecho llamo regresivo a un programa de investigación si, aun cuando anticipe hechos nuevos, lo hace mediante una sucesión de parches y no mediante una heurística positiva coherente, previamente planificada. Distingo entre tres clases de hipótesis auxiliares *ad hoc:* las que no tienen un exceso de contenido empírico con relación a sus predecesoras («*ad hoc*»$_1$); las que tienen tal exceso de contenido, pero ninguna parte del mismo está corroborada («*ad hoc*»$_2$) y finalmente aquellas que no son *ad hoc* en estos dos sentidos pero que no forman parte integral de la heurística positiva («*ad hoc*»$_3$). Ejemplos de hipótesis *ad hoc*$_1$ los suministran las prevariaciones lingüísticas de las pseudociencias o las estratagemas convencionalistas que discutí en mi (1963-64), tales como «la eliminación de anormalidades», «la eliminación de excepciones», «el reajuste de anormalidades», etc. Un ejemplo famoso de una hipótesis *ad hoc*$_2$ es la hipótesis de contracción de Lorentz-Fitgerald; un ejemplo de hipótesis *ad hoc*$_3$ es la primera corrección de Planck de la fórmula Lummer-Pringsheim (cf. también capítulo 1, pp. 105 y ss.). Una parte del crecimiento cancerígeno de las «ciencias» sociales contemporáneas consiste en una red de tales hipótesis *ad hoc*$_3$ como han probado Meehl y Lykken (para las referencias, cf. cap. 1, p. 118, n. 322).

progresiva más hechos que un programa rival, «supera» a este último, que puede ser eliminado (o archivado, si se prefiere)[37].

(*En el seno* de un programa de investigación, una teoría sólo puede ser desplazada por otra teoría mejor; esto es, por una que tenga un exceso de contenido empírico con relación a sus predecesoras, parte del cual resulta posteriormente confirmado. Y para que se produzca la sustitución de una teoría por otra, ni siquiera es necesario que la primera haya sido «refutada» en el sentido popperiano del término. Por tanto, el progreso se caracteriza por incidencias verificadoras de un exceso de contenido en lugar de incidencias refutadoras[38]; la «falsación» empírica y el rechazo real se convierten en actos independientes[39] Antes de que una teoría haya sido modificada no podemos saber de qué forma había sido «refutada», y algunas de las modificaciones más interesantes son motivadas por la «heurística positiva» del programa de investigación y no por las anomalías. Ya esta diferencia tiene consecuencias importantes y conduce a una reconstrucción racional del cambio científico muy diferente de la de Popper[40].

Dado que no debemos exigir la existencia de progreso para cada paso dado, resulta muy difícil decidir cuándo un programa de investigación ha degenerado más allá de toda esperanza o cuándo uno de

---

37 La rivalidad de dos programas de investigación es, por supuesto, un proceso dilatado durante el que resulta racional trabajar en cualquiera de ellos *(o en ambos si ello es posible)* Esta última posibilidad es importante, por ejemplo, cuando uno de los programas rivales resulta impreciso y sus oponentes desean que adquiera una forma más rigurosa para que se pongan de manifiesto sus debilidades. Newton elaboró la teoría cartesiana de los vórtices para demostrar que era inconsistente con las leyes de Kepler. (Por supuesto, el trabajo simultáneo en varios programas rivales debilita la tesis de Kuhn acerca de la inconmensurabilidad psicológica de los paradigmas rivales.)

El progreso de un programa es un hecho vital para la degeneración de su rival. Si el programa P_1 produce constantemente hechos nuevos, estos serán, por definición, anomalías con respecto al programa rival P_2. Si P_2 explica estos hechos nuevos sólo de una forma *ad hoc,* este programa está degenerando por definición. Así, cuanto más progrese P_1, tanto más difícil es que progrese P_2.

38 Cf. especialmente capítulo 1, pp. 52-53.

39 Cf. especialmente volumen 2, MCE, p. 238, y este volumen, p. 52.

40 Por ejemplo, una teoría rival que actúa como un catalizador *externo,* según la falsación popperiana de las teorías, aquí se convierte en un factor *interno.* En la reconstrucción de Popper (y en la de Feyerabend), tal teoría, tras la falsación de la teoría que se contrasta, puede ser eliminada de la reconstrucción racional; según mi reconstrucción, debe permanecer en la historia interna porque de otro modo la falsación queda anulada (cf. p. 143, n. 27).

Otra consecuencia importante es la diferencia entre la discusión de Popper del argumento Duhem-Quine y la mía; cf. por una parte Popper (1934), último párrafo de la sección 18, y sección, 19, n. 1; Popper (1957b), pp. 131-3; Popper (1963a), p. 112, n. 26; pp. 238-9, y p. 243; por el otro lado, capítulo 1, pp. 184-9.

los dos programas rivales ha conseguido una ventaja decisiva sobre el otro. En esta metodología, como en el convencionalismo de Duhem, no puede existir una racionalidad instantánea y mucho menos mecánica. *Ni la prueba lógica de inconsistencia ni el veredicto de anomalía emitido por el científico experimental pueden derrotar de un golpe a un programa de investigación.* Sólo *ex-post* podemos ser «sabios»[41].

En este código del honor científico la modestia tiene un papel más importante que en otros códigos. El científico *debe* comprender que aunque su adversario haya quedado muy rezagado, aún puede protagonizar una contraofensiva. Las ventajas con que cuenta una de las partes nunca pueden considerarse como absolutamente concluyentes. Nunca hay algo inevitable en el triunfo de un programa. Tampoco hay nunca algo inevitable en su derrota. Por ello la terquedad, como la modestia, tienen funciones más «racionales». *Sin embargo, las puntuaciones de los bandos rivales deben ser anotadas*[42] *y expuestas al público en todo momento.*

(En este lugar deberíamos hacer referencia al principal problema epistemológico de la metodología de los programas de investigación científica. Tal como ha sido presentado, representa una versión muy radical del convencionalismo, al igual que el falsacionismo metodológico de Popper. Es necesario postular algún principio inductivo extrametodológico para poner en relación (aunque sólo sea de forma tenue) el juego científico de aceptaciones y rechazos pragmáticos con la verosimilitud[43]. Sólo con tal «principio inductivo» podemos convertir el mero juego de la ciencia en un ejercicio racional desde un punto de vista epistemológico, y el conjunto de tácticas brillantes y escépticas emprendidas por diversión intelectual, en una aventura falibilista (más seria) que consiste en aproximarnos a la Verdad del Universo[44].

Como cualquier otra metodología, la metodología de los programas de investigación constituye un programa de investigación historiográfico. El historiador que acepte esta metodología como guía buscará en la historia programas de investigación rivales y desplazamientos progresivos o regresivos de problemáticas. Allí donde

---

[41] Para el falsacionista ésta es una idea repulsiva; cf. e. g. Agassi (1963), pp. 48 y ss.

[42] Parece que ahora Feyerabend niega que ni siquiera esto sea una posibilidad; cf. su (1970a) y especialmente (1970b) y (1974).

[43] Aquí utilizo el término «verosimilitud» en el sentido técnico de Popper, como la diferencia entre el contenido de verdad y el contenido de falsedad de una teoría. Cf. su (1963a), cap. 10.

[44] Para una discusión más general de este problema, cf. *abajo,* pp. 158-59.

el historiador duhemiano percibe una revolución que sólo afecta a la simplicidad (como la de Copérnico) él buscará un programa progresivo de gran envergadura que derrota a otro en degeneración. Cuando el falsacionista ve un experimento crucial negativo, él «predecirá» que no hubo tal cosa, que tras cualquier supuesto experimento crucial, tras cualquier supuesta batalla específica entre teoría y experimento, existe una guerra oculta de desgaste entre dos programas de investigación. Sólo más tarde el resultado de la guerra es vinculado, en la reconstrucción falsacionista, con algún supuesto «experimento crucial» particular.

La metodología de los programas de investigación, como cualquier otra teoría de la racionalidad científica, debe ser complementada por la historia empírico-externa. Ninguna teoría de la racionalidad podrá explicar nunca la desaparición de la genética mendeliana de la Rusia soviética en la década de 1950, o las razones por las que algunas escuelas de investigación sobre diferencias raciales genéticas o sobre la economía de la ayuda exterior, quedaron desacreditadas en los países anglosajones en la década de 1960. Más aún, para explicar los diferentes ritmos de desarrollo de los distintos programas, puede ser necesario utilizar la historia externa. La reconstrucción racional de la ciencia (en el sentido en que utilizo ese término) no puede ser completa porque los seres humanos no son animales *completamente* racionales; incluso cuando actúan racionalmente pueden defender una teoría falsa sobre sus propios actos racionales [45].

Pero la metodología de los programas de investigación traza una demarcación entre historia interna y externa, que es notablemente diferente de la trazada por otras teorías sobre la racionalidad. Por ejemplo, lo que para un falsacionista parece como el fenómeno (lamentablemente frecuente) de adhesión irracional a una teoría «refutada» o inconsistente (y que por ello él relega a la historia «externa»), puede ser perfectamente explicado *internamente* en mi metodología como una defensa racional de un programa de investigación prometedor. Por otra parte, las predicciones con éxito de hechos nuevos que constituyen evidencia importante en favor de un programa de investigación y, por tanto, partes vitales de la historia interna, son irrelevantes tanto para el inductivista como para el falsacionista [46]. Para el inductivista y el falsacionista no importa realmente si el descubrimiento de un hecho precedió o fue posterior a la aparición de una teoría; sólo su relación lógica resulta decisiva. El impacto «irracio-

[45] También cf. pp. 138, 141, 144, 153 y 159.

[46] El lector debe recordar que en este artículo sólo discuto el falsacionismo ingenuo; cf. p. 141, n. 19.

nal» del hecho histórico de que una teoría *anticipara* un descubrimiento fáctico carece de significación interna. Tales anticipaciones no constituyen «pruebas sino mera propaganda»[47]. O bien, consideremos la insatisfacción de Planck con su fórmula sobre radiación de 1900 que él consideraba como «arbitraria». Para el falsacionista *la fórmula era una hipótesis audaz y falsable y el disgusto de Planck*, una reacción irracional sólo explicable en términos psicológicos. Sin embargo, según mi punto de vista, la insatisfacción de Planck puede ser explicada internamente: se trataba de una condena racional de una teoría *ad hoc*[48]. Mencionaré otro ejemplo: para el falsacionismo la irrefutable «metafísica» es una influencia intelectual externa, mientras que, según mi enfoque, es una parte esencial de la reconstrucción racional de la ciencia.

Hasta ahora la mayoría de los historiadores han tendido a considerar la solución de algunos problemas como un monopolio de los externalistas. Uno de tales problemas es la gran frecuencia con que ocurren *descubrimientos simultáneos*. Los marxistas vulgares tienen una solución sencilla para este problema: un mismo descubrimiento es efectuado por muchas personas al mismo tiempo una vez que surge la necesidad social del mismo[49]. Ahora bien, decidir qué constituye un descubrimiento y, en particular, un descubrimiento fundamental, es algo que depende de la metodología de cada uno. Para el inductivista los descubrimientos más importantes son fácticos, y ciertamente éstos a menudo se realizan de forma simultánea. Para el falsacionista un descubrimiento *fundamental* es el descubrimiento de una teoría y no el de un hecho. Una vez descubierta (o más bien inventada) una teoría, se convierte en propiedad pública y nada parece más obvio que la previsible aparición de distintas personas que la contrastarán simultáneamente y que realizarán, simultáneamente, descubrimientos fácticos de importancia menor. Además, una teoría publicada constituye un reto para la creación de explicaciones, independientemente contrastables, de nivel superior. Por ejemplo, dadas las elipses de Kepler y la dinámica rudimentaria de Galileo, no resulta muy sorprendente el descubrimiento «si-

---

[47] Este es el comentario de Kuhn sobre la predicción triunfante de Galileo acerca de las fases de Venus (Kuhn, 1957, p. 224). Al igual que Mill y Keynes antes que él, Kuhn no entiende que el orden histórico en que se presentan la teoría y la evidencia es relevante; no percibe la relevancia del hecho de que los copernicanos predijeran las fases de Venus, mientras que los seguidores de Ticho las explicaron solamente mediante ajustes *post-hoc*. En realidad, y puesto que no ve la importancia de estos hechos, ni siquiera los menciona.

[48] Cf. p. 146, n. 36.

[49] Para un enunciado de esta postura y una interesante discusión crítica, cf. Polanyi (1951), pp. 4 y ss., y pp. 78 y ss.

multáneo» de una ley del inverso del cuadrado; cuando la situación en que se encuentra un problema es pública, las soluciones simultáneas pueden explicarse mediante razones *puramente internas*[50]. Sin embargo, puede ser que el descubrimiento de un problema nuevo no sea tan fácilmente explicable. Si se interpreta la historia de la ciencia como compuesta por programas de investigación rivales, entonces la mayoría de los descubrimientos simultáneos, sean teóricos o fácticos, quedan explicados por el hecho de que, puesto que los programas de investigación son propiedad pública, hay muchas personas que trabajan en ellos en diferentes lugares del mundo sin conocerse entre ellas. Posiblemente, con todo, los desarrollos realmente *nuevos, fundamentales y revolucionarios* rara vez se llevan a cabo de forma simultánea. Algunos supuestos descubrimientos simultáneos de nuevos programas se perciben como descubrimientos simultáneos desde una perspectiva retrospectiva errónea: de hecho, se trata de descubrimientos diferentes posteriormente agrupados en uno solo[51].

Un tema favorito de los externalistas ha sido el problema, relacionado con el anterior, de por qué se atribuye tanta importancia a las *disputas sobre prioridades* y por qué se gasta tanta energía en el tema. El inductivista, el convencionalista o el falsacionista ingenuo sólo puede ofrecer una explicación *externa;* pero a la luz de la metodología de los programas de investigación algunas disputas sobre prioridades resultan ser problemas *internos* esenciales, puesto que en esta metodología *resulta esencial, para realizar una evaluación racional, el decidir qué programa fue el primero en anticipar un hecho nuevo y cuál acomodó posteriormente el hecho ya conocido.* Algunas disputas sobre prioridades pueden explicarse por interés racional y no simplemente por vanidad y ambición de fama. Desde este punto de vista resulta importante, por ejemplo, que la teoría de Tycho sólo consiguiera explicar *post hoc* la distancia y las fases observadas de Venus que originalmente fueron anticipadas con precisión por los copernicanos[52]; o que los cartesianos consiguieran explicar todo lo que predijeron los newtonianos, pero sólo *post hoc.* La teoría óptica newtoniana explicó *post hoc* muchos fenómenos que fueron anticipados y observados por primera vez por los huyghenianos[53].

---

[50] Cf. Popper (1963b) y Musgrave (1969a).

[51] Esto fue ilustrado por Elkana de forma convincente para el caso del llamado descubrimiento simultáneo de la conservación de la energía; cf. su (1971).

[52] También cf. p. 150, n. 47.

[53] Para la variante mertoniana del funcionalismo (como me indicó Alan Musgrave), las disputas sobre prioridades constituyen, *prima facie,* una disfunción y, por ello, una anomalía, que Merton ha estado tratando de explicar en términos

Todos estos ejemplos muestran la forma en que la metodología de los programas de investigación convierte en internos a muchos problemas que habían sido externos para otras historiografías. Ocasionalmente la frontera se desplaza en la dirección contraria. Por ejemplo, puede haber existido un experimento que haya sido aceptado *instantáneamente* (a falta de una teoría mejor) como un experimento crucial negativo. Para el falsacionista tal aceptación es parte de la historia interna; para mí, no es racional y debe ser explicado en términos de la historia externa.

Nota. La metodología de los programas de investigación fue criticada tanto por Feyerabend como por Kuhn. Según Kuhn: «(Lakatos) debe especificar los criterios que deben utilizarse *en un momento dado* para distinguir entre un programa de investigación progresivo y otro regresivo, y así sucesivamente. De otro modo, *no nos ha dicho nada en absoluto*»[54]. En realidad, yo *especifico* tales criterios. Probablemente Kuhn quería decir que «(mis) criterios sólo tienen un valor práctico si se combinan con un *límite temporal*» (lo que parece ser un cambio regresivo de una problemática, puede constituir el comienzo de un período de progreso mucho mayor)[55]. Puesto que yo no especifico tal límite temporal, Feyerabend concluye que mis criterios sólo son «adornos verbales»[56]. Musgrave me señaló un tema relacionado en una carta que contenía algunas críticas constructivas importantes de un borrador previo; me pedía que especificara, por ejemplo, cuándo la adhesión dogmática a un programa debe ser explicada externamente y no internamente.

Deseo explicar que tales objeciones carecen de fundamento. Racionalmente uno puede adherirse a un programa en regresión hasta que éste es superado por otro rival *e incluso después*. Lo que *no* debemos hacer es negar su pasado deficiente. Tanto Feyerabend como Kuhn mezclan evaluaciones *metodológicas* de un programa con los sólidos consejos *heurísticos* acerca de cómo proceder[57]. Es

---

socio-psicológicos (cf. e. g. Merton, 1957, 1963 y 1969). Según Merton, «el *conocimiento* científico no es más rico o más pobre por conceder importancia a quien la merece: son la *institución* social de la ciencia y los científicos individuales quienes sufrirían en razón de los errores repetidos en la asignación de méritos» (Merton, 1957, p. 648). Pero Merton sobrevalora el tema: en algunos casos importantes (como en algunas de las disputas de Galileo sobre prioridades) se ventilaba algo más fundamental que los intereses institucionales; el problema era si el programa de investigación copernicano era progresivo o no lo era. [Por supuesto, no todas las disputas sobre prioridades tienen relevancia científica. Por ejemplo, la discusión sobre prioridades entre Adams y Leverrier acerca del descubrimiento de Neptuno, carecía de tal relevancia; cualquiera que fuese el descubridor, el descubrimiento reforzó el mismo programa (newtoniano). En tales casos, la explicación externa de Merton bien podría ser cierta.]

[54] Kuhn (1970b), p. 239 (subrayado añadido).

[55] Feyerabend (1970a), p. 215.

[56] *Ibid.*

[57] Cf. p. 135, n. 2.

perfectamente racional participar en un juego arriesgado; lo que es irracional es engañarse con relación a los riesgos.

Esto no implica que otorguemos tanta libertad como parece a quienes se aferran a un programa en regresión. En la mayoría de los casos sólo pueden actuar en este sentido en privado. Los editores de las revistas científicas deben negarse a publicar aquellos artículos que contengan o bien reafirmaciones solemnes de sus posturas o absorciones de la contraevidencia (o incluso de los programas rivales) realizadas mediante ajustes lingüísticos y *ad hoc*. También las fundaciones para la investigación deben negar sus fondos [58].

Estas observaciones también responden a la objeción de Musgrave separando la adhesión racional a un programa en regresión y la irracional (o la honesta y la deshonesta). También proyecta luz adicional sobre la demarcación entre historia interna y externa. Prueban que la historia interna es autosuficiente para la presentación de la historia en abstracto, incluyendo las problemáticas en regresión. La historia externa explica por qué algunas personas mantienen creencias falsas sobre el progreso científico, y cómo puede resultar influida su actividad científica por tales creencias.

e) *Historia interna y externa*

Se han examinado brevemente cuatro teorías sobre la racionalidad del progreso científico (o lógica de la investigación científica). Se ha mostrado la forma en que cada una de ellas suministra un marco teórico para la reconstrucción racional de la historia de la ciencia.

---

[58] No pretendo, por supuesto, que tales decisiones no sean controvertibles. En decisiones de ese tipo también debemos utilizar nuestro *sentido común*. El sentido común (esto es, la evaluación en casos *particulares* que no se efectúa según unas reglas mecánicas sino que sigue ciertos principios generales que dejan algún *Spielraum*) desempeña una función en todas las variantes de las metodologías no mecánicas. El convencionalista duhemiano necesita del sentido común para decidir cuándo un marco teórico ha llegado a ser lo bastante complejo como para ser sustituido por otro «más simple». El falsacionista popperiano necesita del sentido común para decidir cuándo ha de ser aceptado un enunciado básico o a qué premisa se debe dirigir el *modus tollens* (cf. cap. 1, pp. 35 y ss.). Pero ni Duhem ni Popper conceden un cheque en blanco al sentido común. Ofrecen orientaciones muy definidas. El juez duhemiano induce al jurado del sentido común a alcanzar un acuerdo sobre la simplicidad comparada; el juez popperiano impulsa al jurado a buscar y a llegar a un acuerdo sobre enunciados básicos aceptados que entren en conflicto con teorías aceptadas. Mi juez instruye al jurado sobre la necesidad de llegar a un acuerdo relativo a las evaluaciones de los programas de investigación progresivos y regresivos. Pero, por ejemplo, pueden existir puntos de vista contrarios sobre si un enunciado básico aceptado expresa un hecho *nuevo* o no. Cf. cap. 1, p. 94.

Aunque es importante que se alcance un acuerdo en tales veredictos, también debe existir la posibilidad de apelación. En tales apelaciones se especifica, se pone en duda y se critica el sentido común previamente inespecificado. (Puede incluso suceder que la crítica deje de ser una crítica de la interpretación de la ley para convertirse en una crítica de la ley misma.)

La historia interna de los inductivistas consiste en supuestos descubrimientos de hechos sólidos y en las llamadas generalizaciones inductivas. La historia interna de los *convencionalistas* consiste en descubrimientos fácticos y en la construcción de sistemas de casillas y su sustitución por otros supuestamente más simples [59]. La historia interna de los falsacionistas pone énfasis en las conjeturas audaces, en las mejoras de las que se afirma que *siempre* son de contenido creciente, y, sobre todo, en los «experimentos cruciales negativos» que tienen éxito. La *metodología de los programas de investigación,* por fin, insiste en la duradera rivalidad técnica y empírica de los principales programas de investigación, en los desplazamientos progresivos o regresivos de problemática y en la victoria, que emerge lentamente, de un programa sobre otro.

Cada reconstrucción racional produce un patrón característico del crecimiento racional del conocimiento científico. Pero todas estas reconstrucciones normativas pueden requerir de teorías *empíricas* externas para explicar los factores residuales no racionales. La historia de la ciencia siempre es más rica que su reconstrucción racional. *Pero la reconstrucción racional o historia interna es lo principal; la historia externa es secundaria puesto que los problemas más importantes de la historia externa son definidos por la historia interna.* La historia externa o bien suministra explicaciones no racionales del ritmo, localización, selectividad, etc., de los acontecimientos históricos *interpretados* en términos de la historia interna, o bien suministra (cuando la historia difiere de su reconstrucción racional) una explicación empírica de tal divergencia. Pero el aspecto racional del crecimiento científico queda enteramente explicado por la lógica de la investigación científica de cada uno.

Sea cual sea el problema que desee resolver el historiador de la ciencia, deberá reconstruir, en primer lugar, la sección relevante del crecimiento del conocimiento científico objetivo; esto es, la sección relevante de la «historia interna». Como hemos visto, qué cosas constituyan para él la historia interna dependerá de su filosofía tanto si es consciente de este hecho como si no lo es. La mayoría de las teorías sobre el crecimiento del conocimiento son teorías acerca del crecimiento del conocimiento no articulado; el que un experimento sea crucial o no lo sea, el que una hipótesis sea muy probable a la luz de la evidencia disponible o no lo sea; el que el cambio de una problemática sea progresivo o no lo sea, son temas que no dependen, en absoluto, de las creencias, la personalidad o la autoridad del cien-

---

[59] La mayoría de los cenvencionalistas también mantienen un nivel inductivo de «leyes» intermedias entre los hechos y las teorías; cf. p. 139, n. 15.

tífico. Estos factores subjetivos carecen de interés para cualquier historia interna. Por ejemplo, el «historiador interno» consigna el programa proutiano con su núcleo firme (según el cual los pesos atómicos de los elementos químicos puros son números enteros) y su heurística positiva (eliminar y sustituir las falsas teorías observacionales contemporáneas aplicadas en la medición de pesos atómicos). Este programa fue posteriormente desarrollado [60]. El historiador interno perderá poco tiempo en la *creencia* de Prout de que si las «técnicas experimentales» de su tiempo fueran aplicadas cuidadosamente y se interpretaran adecuadamente los datos experimentales, inmediatamente se advertiría que las anomalías eran simples ilusiones. El historiador interno considerará este hecho histórico como perteneciente al segundo mundo, una caricatura de su contrapartida en el tercer mundo [61]. No es problema suyo explicar por qué se originan tales caricaturas; puede remitir al externalista, en una nota o a pie de página, el problema de explicar por qué algunos científicos mantienen creencias falsas sobre lo que están haciendo [62].

Por tanto, al construir la historia interna el historiador será muy selectivo; omitirá cuanto sea irracional a la luz de su teoría de la racionalidad. Pero esta selección normativa aún no llega a ser una reconstrucción racional completa. Prout, por ejemplo, nunca articuló el «programa proutiano»: el programa proutiano no es el programa de Prout. *No es sólo el éxito (interno) o el fracaso (interno) lo que únicamente puede juzgarse retrospectivamente: frecuentemente suce-*

---

[60] La proposición «el programa proutiano fue desarrollado» parece una proposición «fáctica». Pero no hay proposiciones «fácticas»: la frase se introdujo en el lenguaje ordinario procedente del empirismo dogmático. Las *proposiciones «fácticas» científicas* son teórico-dependientes; las teorías involucradas son teorías observacionales. También las *proposiciones «fácticas» historiográficas* son teórico-dependientes; las teorías involucradas son teorías metodológicas. En la decisión relativa al valor de verdad de la proposición fáctica «el programa proutiano fue desarrollado» hay implicadas dos teorías metodológicas. Primero, la teoría de que las unidades de evaluación científica son programas de investigación; segundo, alguna teoría *específica* sobre cómo decidir si un programa ha sido desarrollado de hecho. Por todas estas consideraciones un historiador interno popperiano no necesitará interesarse en absoluto por las personas implicadas o por sus creencias acerca de sus propias actividades.

[61] El «primer mundo» es el de la materia; el «segundo», el mundo de los sentimientos, las creencias, la conciencia; el «tercero», el mundo del conocimiento objetivo articulado en proposiciones. Esta es una tricotomía muy antigua y de una importancia vital: su principal defensor contemporáneo es Popper. Cf. Popper (1968a) y (1968b), y Musgrave (1969) y (1974).

[62] Por supuesto, qué constituya, en este contexto, una «creencia falsa» (o «conciencia falsa») dependerá de la teoría de la racionalidad del crítico: cf. páginas 138, 140 y 142. Pero ninguna teoría de la racionalidad puede conseguir nunca alcanzar la «conciencia auténtica».

de lo mismo con el contenido. La historia interna no es solamente una *selección* de hechos interpretados metodológicamente; en ocasiones puede ser *una versión de ellos radicalmente mejorada.* Esto puede ilustrarse utilizando el programa de Bohr. En 1913 puede que Bohr ni siquiera hubiera pensado en la posibilidad del spin del electrón. Tenía más que suficiente en qué ocuparse sin necesidad de tal spin. Sin embargo, el historiador que describa con visión retrospectiva el programa bohriano debe incluir el spin del electrón en el mismo, puesto que tal spin encaja lógicamente en el esquema natural del programa. Bohr podía haberlo mencionado en 1913. Las razones de que no lo hiciera así constituyen un problema interesante que merece ser indicado en una nota [63].

(Tales problemas pueden ser solucionados posteriormente, bien utilizando causas racionales relativas al crecimiento del conocimiento objetivo e impersonal, o bien externamente, apelando a motivos psicológicos pertenecientes al desarrollo de las creencias personales de Bohr.)

Una forma de indicar las discrepancias entre la historia y su reconstrucción racional es relatar la historia interna *en el texto* e indicar en las notas los «desajustes» de la historia real con relación a su reconstrucción racional [64].

A muchos historiadores les parecerá abominable la idea de *cualquier* reconstrucción racional y citarán a lord Bolingbroke: «la historia es la enseñanza de la filosofía mediante ejemplos». Dirán que antes de filosofar «necesitan muchos ejemplos adicionales» [65]. Pero tal teoría inductivista de la historiografía es utópica [66]. *Es imposible*

---

[63] Si la publicación del programa de Bohr se hubiera retrasado unos cuantos años, las especulaciones adicionales podrían incluso haber alcanzado el problema del spin del electrón sin la observación previa del efecto anómalo de Zeeman. Realmente Compton suscitó el problema en el contexto del programa de Bohr, en su (1919).

[64] Utilicé por primera vez esta técnica expositiva en mi (1963-4); la usé de nuevo al ofrecer una exposición detallada de los programas de Prout y de Bohr; cf. cap. 1, pp. 70, 72 y 79. Esta técnica fue criticada en la Conferencia de Minneápolis de 1969 por algunos historiadores. McMullin, por ejemplo, afirmó que esta exposición puede arrojar luz sobre una *metodología,* pero ciertamente no sobre la *historia* real: el texto informa al lector de lo que debía haber sucedido y las notas de lo que de hecho sucedió (cf. McMullin, 1970). La crítica de Kuhn de mi exposición era fundamentalmente análoga: entendía que era una exposición específicamente *filosófica:* «un *historiador* no incluiría *en su narración* una información fáctica de la que sabe que es falsa. De haberlo hecho así, se sentiría tan abrumado por la culpa que no compondría una nota para llamar la atención sobre tal hecho; cf. Kuhn (1970b), p. 256.

[65] Cf. L. Pearce Williams (1970).

[66] Tal vez debería insistir en la diferencia entre, por una parte, la *historiografía inductivista de la ciencia* según la cual la ciencia avanza mediante el des-

una historia carente de algún «principio» teórico[67]. Algunos historiadores tratan de hallar descubrimientos de hechos sólidos y generalizaciones inductivas; otros, buscan teorías audaces y experimentos cruciales negativos; otros, por fin, buscan simplificaciones importantes o desplazamientos progresivos o regresivos de problemática; todos ellos tienen algún «prejuicio» teórico. Por supuesto, tales prejuicios pueden quedar oscurecidos mediante una variación ecléctica de teorías o mediante la confusión teórica, pero ni el eclecticismo ni la confusión equivalen a una perspectiva ateórica. Lo que un historiador considere como un problema externo muchas veces constituye una guía excelente de su metodología implícita; algunos preguntarán por qué un hecho sólido o una teoría audaz fueron descubiertos, cuándo y dónde fueron descubiertos; otros preguntarán cómo una problemática regresiva pudo gozar de amplia aceptación popular durante un período de tiempo increíblemente largo, o por qué una «problemática progresiva» permaneció «irracionalmente» ignorada[68]. Se han escrito textos muy largos sobre si la emergencia de la ciencia era una cuestión puramente europea y por qué; pero tal investigación tiene que continuar siendo una confusa marcha errática hasta que se defina claramente «la ciencia» de acuerdo con alguna filosofía normativa de la ciencia. Uno de los problemas más interesantes de la historia externa consiste en especificar las condiciones psicológicas y también sociales que son necesarias (aunque, naturalmente, nunca suficientes) para hacer posible el progreso científico, pero incluso en la formulación misma de este problema «externo» tiene que entrar *alguna* teoría metodológica, *alguna* definición de la ciencia. La historia de la *ciencia* es una historia de acontecimientos seleccionados e interpretados normativamente[69]. Puesto que tal es el caso, el pro-

---

cubrimiento de hechos sólidos (en la naturaleza) y (posiblemente) mediante generalizaciones inductivas y, por otra parte, la *teoría inductivista de la historiografía de la ciencia* según la cual la historiografía de la ciencia avanza mediante el descubrimiento de hechos sólidos (de la historia de la ciencia) y (posiblemente) mediante generalizaciones inductivas. Para algunos historiógrafos inductivistas las «conjeturas audaces», «los experimentos cruciales negativos» e incluso los «programas de investigación progresivos y regresivos» pueden ser considerados como «sólidos hechos históricos». Una de las debilidades del texto de Agassi de (1963) es que no insistió en esta distinción entre inductivismo científico e historiográfico.

[67] Cf. Popper (1957b), sección 31.

[68] Esta tesis implica que el trabajo de esos «externalistas» (en su mayoría modernos «sociólogos de la ciencia») que pretenden trazar la historia social de alguna disciplina científica sin conocer la disciplina misma, y su historia interna, carece de valor. También cf. Musgrave (1974).

[69] Desgraciadamente en la mayoría de los idiomas sólo existe una palabra que denote la historia$_1$ (el conjunto de acontecimientos históricos) y la historia$_2$ (un

blema hasta ahora ignorado de evaluar las lógicas rivales del descubrimiento y, por tanto, las reconstrucciones rivales de la historia, adquiere importancia fundamental. A continuación me ocuparé de ese problema.

2. Comparación crítica de las metodologías: la historia como contrastación de su reconstrucción racional

Las teorías sobre la racionalidad científica pueden clasificarse en dos apartados principales:

1. *Metodologías justificacionistas* que establecen reglas metodológicas muy exigentes; para los justificacionistas clásicos una proposición es «científica» sólo si ha sido «probada»; para los neojustificacionistas, sólo si es probable (en el sentido del cálculo de probabilidades) o si ha sido *corroborada* (en el sentido de la tercera nota de Popper sobre corroboración) hasta un grado probado [70]. Algunos filósofos de la ciencia abandonaron la idea de probar o de probabilizar (de forma probada) las teorías científicas, pero continuaron siendo empiristas dogmáticos; sean inductivistas, probabilistas, convencionalistas o falsacionistas, se aferraron a la posibilidad de probar las proposiciones «fácticas». Por supuesto, en la actualidad todas estas formas diferentes de justificacionismo han sucumbido ante el peso de la *crítica lógica y epistemológica.*

2. Las únicas alternativas que quedan son las metodologías *pragmático-convencionalistas* coronadas por algún principio global de inducción. En prmer lugar las metodologías convencionalistas establecen algunas reglas sobre «aceptación» y «rechazo» de las proposiciones fácticas y teóricas sin mencionar en esta etapa regla alguna referente a la prueba y refutación, verdad y falsedad. Después nos ofrecen *diferentes conjuntos de reglas para el juego científico.* El juego inductivista consistiría en recopilar datos «aceptables» (no probados)

---

conjunto de proposiciones históricas). Cualquier historia$_2$ es una reconstrucción de la historia$_1$ cargada de teorías y de valores.

[70] Esto es, una hipótesis h es científica sólo si existe un número q tal que $p(h, e)=q$, donde e es la evidencia disponible y $p(h, e)=q$ puede ser *probado.* Resulta irrelevante que p sea una función de confirmación carnapiana o una función de corroboración popperiana mientras se suponga que $p(h, e)=q$ está probado. (La tercera nota sobre corroboración de Popper sólo es, por supuesto, un curioso desliz sin conexión con su filosofía; cf. MCE, cap. 8, pp. 260-68.)

El probabilismo nunca ha generado un programa de reconstrucción historiográfica; nunca ha pasado de enfrentarse (sin éxito) con los mismos problemas que lo crearon. Como programa epistemológico ha estado degenerando durante un largo tiempo; como programa historiográfico ni siquiera se ha estrenado.

obteniendo con ellos generalizaciones inductivas «aceptables» (no probadas). El juego convencionalista consistiría en recopilar datos «aceptables» y ordenarlos en el sistema de casillas más sencillo posible (o en crear los sistemas de casillas más simples posibles y llenarlos después con datos aceptables). Popper especificó que un juego adicional era *también científico*[71]. En versiones mutiladas, incluso aquellas metodologías que han quedado desacreditadas por razones lógicas y epistemológicas, pueden continuar funcionando como guías para la reconstrucción racional de la historia. Pero estos *juegos científicos* carecen de cualquier relevancia epistemológica genuina *a menos* que les añadamos alguna clase de principio metafísico (o inductivo, si se prefiere), especificando que el juego especificado por la metodología suministra la mayor probabilidad de aproximarse a la Verdad. A su vez, tal principio convierte las puras convenciones del juego en conjeturas falibles, pero sin él el juego científico es como cualquier otro juego[72].

Resulta muy difícil criticar metodologías convencionalistas como las de Duhem y Popper. No existe un procedimiento obvio para criticar un juego o un principio metafísico. Para superar tales dificultades voy a proponer una nueva teoría acerca de cómo evaluar tales metodologías de la ciencia (las que son convencionalistas al menos en la primera etapa, antes de la introducción de un principio inductivo). Mostraré que las metodologías pueden ser criticadas sin referencia directa alguna a cualquier teoría epistemológica (ni lógica, incluso) y sin utilizar directamente ninguna crítica lógico-epistemológica. La idea básica de esta crítica es que *todas las metodologías funcionan como teorías o programas de investigación historiográficos (o metahistóricos) y pueden ser criticadas criticando las reconstrucciones racionales que originan.*

Trataré de desarrollar este método historiográfico de crítica de modo dialéctico. Comenzaré con un caso especial: en primer lugar, «refuto» el falsacionismo «aplicando» el falsacionismo (a un metanivel normativo historiográfico) a sí mismo. Después, también aplicaré el falsacionismo al inductivismo y al convencionalismo y realmente argumentaré que todas las metodologías están condenadas a ser finalmente «falsadas» con la ayuda de esta *machine de guerre* pyrroniana. Por último, aplicaré no el falsacionismo, sino la metodo-

---

[71] Popper (1934), secciones 11 y 85. También cf. el comentario del capítulo 3, p. 183, n. 13.
También la metodología de los programas de investigación se define, en primer término, como un juego; cf. especialmente *arriba*, pp. 144-48.

[72] Todo este conjunto de problemas es el tema del capítulo 8 de MCE, pp. 243 y ss., y especialmente del capítulo 3 de este volumen.

logía de los programas de investigación científica (también a un meta-nivel normativo-historiográfico) al inductivismo, al convencionalismo, al falsacionismo y a sí misma, y mostraré que, con este meta-criterio, las metodologías pueden ser criticadas y comparadas de modo constructivo. Esta versión normativo-historiográfica de la metodología de los programas de investigación científica suministra una teoría general acerca de cómo comparar lógicas de la investigación rivales; una teoría en que (en un sentido que debe especificarse con cuidado) la *historia puede contemplarse como una «prueba» de sus reconstrucciones racionales.*

a) El falsacionismo como un meta-criterio: la historia «falsa» el falsacionismo (y cualquier otra metodología)

Las evaluaciones científicas en sus versiones puramente «metodológicas», como ya se ha dicho, son convenciones y siempre pueden ser formuladas como definiciones de la ciencia [73] ¿Cómo puede criticarse una definición tal? Interpretada de forma nominalista [74] una definición no es sino una simple abreviatura, una sugerencia terminológica, una tautología. ¿Cómo se puede criticar una tautología? Popper, en una ocasión, afirma que su definición de la ciencia es «fructífera» porque «con su ayuda pueden clasificarse y resolverse muchos problemas». Cita a Menger: «Las definiciones son dogmas; sólo las conclusiones que de ellas extraigamos pueden ofrecernos perspectivas nuevas» [75]. Pero ¿cómo es posible que una definición tenga poder explicativo o que suministre nuevas perspectivas? La respuesta de Popper es ésta: «sólo a partir de las consecuencias de mi definición de ciencia empírica y de las decisiones metodológicas que dependen de tal definición podrá apreciar el científico hasta qué punto se adecúa con su idea intuitiva sobre la finalidad de su trabajo» [76].

La respuesta encaja con la posición general de Popper según la cual las convenciones pueden ser criticadas discutiendo su adecuación respecto a algún fin: «puede haber opiniones diferentes sobre la conveniencia de cualquier convención; una discusión razonable sobre estos temas sólo es posible cuando las partes tienen algún objetivo común. La elección de tal objetivo... sobrepasa la argumentación ra-

---

[73] Cf. Popper (1934), secciones 4 y 11. La definición de la ciencia de Popper es, por supuesto, su famoso «criterio de demarcación».

[74] Para una discusión excelente de la distinción entre nominalismo y realismo (o, como Popper prefiere llamarlo, esencialismo) en la teoría de las definiciones, cf. Popper (1945), vol. 2, cap. 11 y (1963a), p. 20.

[75] Popper (1934), sección 11.

[76] *Ibid.*

cional[77]. En realidad Popper nunca suministró una teoría sobre la crítica racional de las convenciones consistentes. No sólo no responde sino que nunca se plantea la pregunta «*¿en qué condiciones abandonaría su criterio de demarcación?*»[78]

Pero es posible responder a esa pregunta. Ofreceré mi respuesta en dos etapas: daré primero una respuesta primaria y luego otra más sofisticada. Comienzo recordando cómo llegó Popper, según su propia explicación[79], a idear su criterio. Popper entendía, al igual que los mejores científicos de su tiempo, que la teoría de Newton, aunque refutada, era un maravilloso logro científico; que la teoría de Einstein aún era mejor, y que la astrología, el freudianismo y el marxismo del siglo XX eran pseudocientíficos. Su problema era encontrar una definición de la ciencia que implicara tales «juicios básicos» sobre teorías particulares, y la solución que ofreció era nueva. Ahora consideremos la siguiente propuesta: *una teoría de la racionalidad, o criterio de demarcación, ha de ser rechazada si es inconsistente con un «juicio de valor» básico y aceptado por la élite científica.* Realmente esta regla metodológica (metafalsacionismo) parece corresponderse con la regla metodológica (falsacionismo) de Popper, según la cual una teoría científica ha de ser rechazada si es inconsistente con un enunciado básico («empírico») unánimemente aceptado por la comunidad científica. Toda la metodología de Popper reposa sobre la afirmación de que existen enunciados (relativamente) singulares sobre cuyos valores de verdad los científicos pueden alcanzar un acuerdo unánime; sin tal acuerdo se crearía una nueva Babel y el «soberbio edificio de la ciencia pronto se convertiría en ruinas»[80]. Pero incluso si existiera un acuerdo sobre enunciados «básicos», de no haber acuerdo sobre cómo evaluar los logros científicos concernientes a esa «base empírica», ¿no quedaría igualmente en ruinas el soberbio edificio de

---

[77] Popper (1934), sección 4. Pero Popper, en su *Logik der Forschung* nunca especifica una *finalidad* para el juego de la ciencia que trascienda a lo que está contenido en sus reglas. La tesis de que el *propósito* de la ciencia es la *verdad,* sólo aparece en sus escritos a partir de 1957. Todo lo que dice en su *Logik der Forschung* es que la búsqueda de la verdad puede ser una *motivación* psicológica de los científicos. Para una discusión detallada, cf. cap. 3.

[78] Este desliz es tanto más serio cuanto que el mismo Popper ha expresado algunas cualificaciones sobre su criterio. Por ejemplo, en su (1963a) describe «el dogmatismo», esto es, el tratar a las anomalías como una especie de ruido ambiental, como algo que es «necesario en alguna medida» (p. 49). Pero en la página siguiente identifica este «dogmatismo» con la «pseudociencia». Entonces, ¿es la pseudociencia «necesaria en alguna medida»? También cf. cap. 1, p. 119, n. 327.

[79] Cf. Popper (1963a), pp. 33-37.

[80] Popper (1934), sección 29.

la ciencia? Sin duda, tal sería el caso. Aunque no ha existido un acuerdo *general* sobre una teoría de la racionalidad científica, ha habido un considerable acuerdo sobre si un movimiento particular del juego era científico o fraudulento o sobre si una estrategia particular se jugaba correctamente o no. Por tanto, una definición general de la ciencia debe reconocer como científicos los movimientos que se aceptan como mejores; si no consigue tal cosa, debe ser rechazada [81].

Por tanto, podemos proponer de forma tentativa que *si un criterio de demarcación es inconsistente con las evaluaciones básicas de la élite científica, debe ser rechazado.*

Pues bien, si aplicamos este meta-criterio cuasi-empírico (que abandonaré más tarde), el criterio de demarcación de Popper (esto es, las reglas de Popper para el juego de la ciencia) debe ser rechazado [82].

La regla básica de Popper es que el científico debe especificar por anticipado las condiciones experimentales cuya aparición le inducirían a abandonar hasta sus supuestos más fundamentales. Por ejemplo, Popper escribe cuando critica al psicoanálisis: «Los criterios de refutación deben especificarse por adelantado: se debe acordar qué situaciones observables son las que, si llegaran a observarse de hecho, indicarían que la teoría queda refutada. Pero ¿qué clase de hechos clínicos refutarían a juicio del analista *no simplemente un diagnóstico analítico particular, sino el psicoanálisis mismo?* ¿Han

---

[81] Por supuesto, este enfoque no implica que nosotros *creamos* que los «juicios básicos» de los científicos son inevitablemente racionales; sólo significa que los *aceptamos* para criticar las definiciones universales de la ciencia. (Si añadiéramos que ninguna definición tal ha sido hallada y que ninguna definición *universal* tal será hallada nunca, entonces la escena está preparada para recibir la concepción de Polanyi de una autocracia científica cerrada y carente de leyes).

Mi metacriterio puede considerarse como una autoaplicación «cuasi-empírica» del falsacionismo popperiano. Con anterioridad ya había introducido esta «cuasi-empiricidad» en el contexto de la filosofía matemática. En un sistema deductivo podemos hacer abstracción de *qué* es lo que fluye a través de sus canales lógicos; sea algo que es cierto o algo que es falible, sean verdades y falsedades o probabilidades e improbabilidades; sean incluso cosas deseables o indeseables desde un punto de vista moral o científico: es el *cómo* de ese flujo lo que decide si el sistema es negativista, «cuasi-empírico», dominado por el «modus tollens», o si es «justificacionista», «cuasi-euclídeo», dominado por el *modus ponens* (cf. MCE, cap. 2). Este enfoque «cuasi-empírico puede ser aplicado a *cualquier* clase de conocimiento normativo: Watkins ya lo ha aplicado a la Etica en su (1963) y (1967). Pero ahora yo prefiero otro enfoque: cf. p. 173, n. 123.

[82] Puede observarse que este metacriterio no tiene que ser concebido como psicológico o «naturalista» en el sentido de Popper (cf. su 1934, sección 10). La definición de la «élite científica» no es solamente un tema empírico.

discutido o acordado los analistas tales criterios?»[83] Popper tenía razón en el caso del psicoanálisis: no ha habido respuesta alguna. Los freudianos se han quedado perplejos ante el desafío básico de Popper relativo a la honestidad científica. Realmente se han negado a especificar las condiciones experimentales en las que abandonarían sus supuestos básicos. Para Popper esta fue la señal de su deshonestidad intelectual. Pero ¿qué sucede si planteamos la pregunta de Popper al científico newtoniano?: ¿qué clase de observaciones refutaría, a la entera satisfacción del newtoniano, no simplemente una explicación newtoniana particular, sino la misma dinámica newtoniana y la teoría gravitacional? ¿Han discutido o acordado los newtonianos en alguna ocasión tales criterios? Difícilmente será capaz el newtoniano de dar una respuesta positiva[84]. Pero entonces, si los analistas deben ser condenados como deshonestos de acuerdo con los criterios de Popper, también los newtonianos deben ser condenados. Sin embargo, la ciencia newtoniana a pesar de esta clase de dogmatismo es tenida en gran estima por los grandes científicos y, realmente, por el mismo Popper. Por tanto, el «dogmatismo» newtoniano es una «falsación» de la definición de Popper; contradice la reconstrucción racional popperiana.

Ciertamente Popper puede retirar su célebre desafío y exigir la falsabilidad (y el rechazo tras las falsación) sólo para sistemas de teorías incluyendo condiciones iniciales y toda clase de teorías auxiliares y observacionales[85]. Este es un retroceso considerable porque permite que el científico con imaginación salve su teoría preferida mediante alteraciones adecuadas y afortunadas de algunos rincones remotos y oscuros de la periferia del laberinto teórico. Pero incluso la regla mitigada de Popper mostrará a los científicos más brillantes como dogmáticos irracionales. Porque en los programas de investigación importantes siempre existen anomalías conocidas; normalmente el investigador las deja a un lado y sigue la heurística positiva del programa[86]. En general concreta su atención en la heurística positiva más que en las anomalías que le distraen, confiando en que los «casos recalcitrantes» se convertirán en ejemplos confirmadores conforme progrese el programa. En términos de Popper y en tales

---

[83] Popper (1963a), p. 38, n. 3 (subrayado añadido). Esto es, por supuesto, equivalente a su famoso criterio de demarcación entre la ciencia (reconstruida interna y racionalmente) y la no-ciencia (o metafísica). Esta última puede tener «influencia» (externa) y debe ser asimilada a la pseudociencia sólo si se atribuye el rango científico.

[84] Cf. cap. 1, pp. 27-28.

[85] Cf. e. g. su (1934), sección 18.

[86] Cf. cap. 1, especialmente p. 69.

situaciones, los máximos científicos utilizarán estrategias prohibidas, estrategias *ad hoc;* en lugar de considerar el perihelio de Mercurio como una falsación de la teoría newtoniana de nuestro sistema planetario, y, por tanto, como una razón para rechazarla, la mayoría de los *científicos lo archivarán como un caso problemático* que se debería resolver posteriormente, o bien ofrecerán soluciones *ad hoc.* Esta actitud metodológica consistente en tratar como meras *anomalías* a lo que Popper consideraría contraejemplos (dramáticos) es ampliamente aceptada por los mejores científicos. Algunos de los programas de investigación ahora muy estimados por la comunidad científica progresaron a través de un océano de anomalías [87]. El hecho de que al elegir sus problemas los grandes científicos ignoren de forma nada crítica las anomalías (y el hecho de que las aíslen mediante estratagemas *ad hoc)* ofrece, al menos según nuestro metacriterio, una falsación adicional de la metodología de Popper. Popper no puede interpretar como racionales algunas de las pautas más importantes del crecimiento de la ciencia.

Más aún, para Popper el trabajar en un *sistema inconsistente* invariablemente debe ser considerado como irracional: «un sistema que se contradice a sí mismo debe ser rechazado... (porque) no es informativo... ningún enunciado es singularizado porque todos son derivables» [88]. Pero algunos de los programas de investigación científica más importantes progresaron a partir de fundamentos inconsistentes [89]. Realmente en estos casos el criterio de los mejores científicos frecuentemente es «*allez en avant et la foi vous viendra*». Esta metodología antipopperiana concedió espacio vital tanto al cálculo infinitesimal como a la teoría ingenua de conjuntos cuando éstas fueron conmocionadas por las paradojas lógicas.

En realidad si el juego de la ciencia hubiera sido jugado según el libro de reglas de Popper, el artículo de Bohr de 1913 nunca hubiera sido publicado porque se injertaba de modo inconsistente en la teoría de Maxwell, y las funciones delta de Dirac hubieran sido silenciadas hasta Schwartz. Todos estos ejemplos de investigaciones basadas en fundamentos inconsistentes constituyen «falsaciones» adicionales de la metodología falsacionista [90].

---

87 *Ibid.*, pp. 73 y ss.

88 Cf. Popper (1934), sección 24.

89 Cf. cap. 1, especialmente pp. 39 y ss.

90 En general, Popper reiteradamente sobreestima el poder inmediato de la crítica puramente negativa. «Tan pronto como se señala un error o una contradicción no puede haber evasión verbal: puede ser probado y eso es todo» (Popper, 1959a, p. 394). Añade: «Frege no ensayó maniobras evasivas cuando recibió la crítica de Russell.» Pero, de hecho, las intentó, por supuesto (cf. Frege, *Poscript* de la segunda edición de su *Grundgesetze).*

Por tanto hay varias evaluaciones «básicas» de la élite científica que «falsan» la definición popperiana de la ciencia y de la ética científica. Ello suscita el problema de decidir en qué medida, habida cuenta de esas consideraciones, puede funcionar el falsacionismo como guía para el historiador de la ciencia. La respuesta escueta es: en muy pequeña medida. Popper, el principal falsacionista, nunca escribió historia de la ciencia posiblemente porque era demasiado sensible a las opiniones de los grandes científicos como para pervertir la historia con un enfoque falsacionista. Hay que recordar que mientras en su autobiografía menciona la ciencia newtoniana como paradigma de cientificidad, esto es, de falsabilidad, en su clásica *Logik der Forschung* no se discute la falsabilidad de la teoría de Newton. La *Logik der Forschung*, en conjunto, es áridamente abstracta y muy ahistórica [91]. Cuando Popper se aventura a hacer observaciones de pasada sobre la falsabilidad de las principales teorías científicas, o bien comete algún error lógico [92] o distorsiona la historia para que concuerde con su teoría de la racionalidad. Si a un historiador su metodología le suministra una mala reconstrucción racional, puede, o bien distorsionar la historia de modo que coincida con su reconstrucción racional, o decidir que la historia de la ciencia es muy irracional. A Popper su respeto por la ciencia fundamental le hizo adoptar la primera opción en tanto que el irrespetuoso Feyerabend optó por la segunda [93]. De este modo Popper, en sus incursiones históricas, tiende a convertir las anomalías en «experimentos cruciales» y a exagerar su impacto inmediato en la historia de la ciencia. Según su interpretación, los grandes científicos aceptan fácilmente las refutaciones y tal es la fuente principal de los problemas que abordan. Por ejemplo, en un lugar afirma que el experimento Michelson-Morley destruyó decisivamente la teoría clásica sobre el éter; también exagera el papel de este experimento en la aparición de la teoría de la relatividad de Einstein [94]. Se requieren los anteojos simplificadores de

---

[91] Es interesante que, como señala Kuhn, «un interés persistente por los problemas históricos y una disposición para emprender investigaciones históricas originales distingue a los hombres que (Popper) ha educado de los miembros de cualquier otra escuela actual de filosofía de la ciencia» (Kuhn, 1970b, p. 236). Para una pista de la posible explicación de la aparente discrepancia, cf. p. 177, n. 130.

[92] Por ejemplo, pretende que una máquina de movimiento continuo «refutaría» (en sus propios términos) la primera ley de la termodinámica (1934, sección 15). Pero ¿cómo se puede interpretar, en los términos propios de Popper, el enunciado «K es una máquina de movimiento perpetuo» como *básico;* esto es, como un enunciado *singular* en un sentido espacio-temporal?

[93] Me refiero a Feyerabend (1970b) y (1974).

[94] Cf. Popper (1934), sección 30, y Popper (1945), vol. 2, pp. 220-21. El insistió en que el problema de Einstein era cómo explicar los experimentos que

un falsacionista ingenuo para entender, como Popper, que los experimentos clásicos de Lavoisier refutaron (o «tendieron a refutar») la teoría del flogisto o para interpretar que la teoría Bohr-Kramers-Slater fue destruida de un solo golpe por Compton; o para pensar que el principio de paridad fue rechazado por los contraejemplos [95].

Por otra parte, si Popper desea reconstruir como racional (según sus términos) la aceptación provisional de teorías, se ve obligado a ignorar el hecho histórico de que las teorías más importantes nacen refutadas y que algunas leyes son reelaboradas y no rechazadas a pesar de los conocidos contraejemplos. Tiende a cerrar los ojos ante todas las anomalías conocidas con anterioridad a aquella que posteriormente es entronizada como «experimento crucial». Por ejemplo, cree erróneamente que «ni la teoría de Galileo ni la de Kepler habían sido refutadas antes de Newton» [96]. El contexto es significativo. Popper defiende que la pauta más importante del progreso científico se da cuando un experimento crucial deja *sin refutar* una teoría, en tanto que refuta a otra teoría rival. Pero, de hecho, en la mayoría de los casos, si no en todos, en que existen dos teorías rivales, se sabe

---

«refutaban» a la física clásica y en que «inicialmente no trató de criticar nuestras concepciones del espacio y del tiempo». Pero Einstein, sin duda, lo hizo. Su crítica machiana de nuestros conceptos del espacio y del tiempo y en particular su crítica operacionalista del concepto de simultaneidad desempeñaron un papel importante en sus ideas.

En el capítulo 1 ya discutí extensamente el papel desempeñado por los experimentos Michelson-Morley.

Por supuesto, la competencia de Popper en Física nunca le hubiera permitido distorsionar la historia de la teoría de la relatividad tanto como la distorsionó Beveridge, quien quiso convertir a los economistas al método empírico, poniéndoles a Einstein como ejemplo. Según la reconstrucción falsacionista de Beveridge, Einstein «empezó (en su trabajo sobre gravitación) por los hechos (que refutaban a la teoría de Newton, esto es) por los movimientos del planeta Mercurio, las aberraciones inexplicadas de la Luna» (Beveridge, 1937). Por supuesto, el trabajo de Einstein sobre gravitación se originó en un «cambio creativo» de la heurística positiva de su programa especial de la relatividad y ciertamente no en una reflexión acerca del perihelio anómalo de Mercurio o acerca de las erráticas e inexplicadas aberraciones de la Luna.

[95] Popper (1963a), pp. 220, 239, 242-43 y (1963b), p. 965. Naturalmente, para Popper persiste el problema de explicar por qué los contraejemplos (esto es, las anomalías) no son reconocidos inmediatamente como causas de rechazo. Por ejemplo, señala que en el caso del derrumbamiento de la paridad «había habido muchas observaciones (o sea, fotografías o huellas de partículas) de las que se podía haber obtenido el resultado, pero las observaciones habían sido ignoradas o mal interpretadas» (1963b), p. 965. La explicación (externa) de Popper parece ser que los científicos no han aprendido aún a ser lo bastante críticos y revolucionarios. ¿No es una explicación mejor (e interna) que las anomalías *debían* ser ignoradas hasta disponer de alguna teoría alternativa progresiva que convirtiera los contraejemplos en ejemplos?

[96] Popper (1963a), p. 246.

que ambas están simultáneamente infectadas de anomalías. En tales situaciones Popper sucumbe a la tentación de simplificar la situación y convertirla en una en la que es aplicable su metodología.

Por tanto, la historiografía falsacionista está «falsada» [97]. Pero si aplicamos el mismo método metafalsacionista a las historiografías inductivista y convencionalista también las falsaremos.

La mejor demolición lógico-epistemológica del inductivismo es, naturalmente, la de Popper; pero incluso si supusiéramos que el inductivismo es filosóficamente (esto es, epistemológica y lógicamente) correcto, quedaría falsado por la crítica historiográfica de Duhem. Duhem analizó los *éxitos* más celebrados de la *historiografía inductivista;* la ley de la gravitación de Newton y la teoría electromagnética de Ampère. Se decía que esas eran las dos aplicaciones con mayor éxito del método inductivista. Pero Duhem (y tras él, Popper y Agassi) mostraron que tal no era el caso. Sus análisis ilustran que si el inductivista desea probar que el crecimiento de la ciencia real es racional, entonces debe falsar la historia real hasta dejarla irreconocible [98]. Por tanto, si la racionalidad de la ciencia es inductiva, la ciencia real no es racional; si es racional, no es inductiva [99].

El convencionalismo (que, al contrario del inductivismo, no es presa fácil de la crítica lógica o epistemológica [100]) también puede ser falsado historiográficamente. Es posible mostrar que la clave de las

---

[97] Como ya mencioné, Agassi, un popperiano, escribió un libro sobre la historiografía de la ciencia (Agassi, 1963). El libro tiene algunas incisivas secciones críticas en las que ataca la historiografía inductivista; pero finalmente termina por sustituir la mitología inductivista por la mitología falsacionista. Para Agassi *sólo* tienen importancia científica (interna) los hechos que pueden ser expresados en proposiciones que entran en conflicto con alguna teoría existente; sólo su descubrimiento merece el título honorífico de «descubrimiento fáctico»; las proposiciones fácticas que *se siguen de* las teorías conocidas en lugar de entrar en conflicto con ellas son irrelevantes, al igual que las proposiciones fácticas que son *independientes* de ellas. Si parece que algún descubrimiento fáctico estimado de la historia de la ciencia se considera como un ejemplo confirmador o descubrimiento casual, Agassi predice audazmente que una investigación más rigurosa revelará que se trata de un ejemplo refutador; defiende esta pretensión con el estudio de cinco casos particulares (pp. 60-74). Sin embargo, de una investigación aún más rigurosa se desprende que Agassi se equivocó en los cinco ejemplos que adujo como casos confirmadores de su teoría historiográfica. De hecho, los cinco ejemplos «falsan» (en nuestro sentido metafalsacionista normativo) su historiografía.

[98] Cf. Duhem (1906), Popper (1948) y (1957a), Agassi (1963).

[99] Por supuesto, un inductivista puede tener la temeridad de pretender que la ciencia auténtica aún no ha comenzado y puede escribir una historia de la ciencia existente como una historia de prejuicios, supersticiones y creencias falsas.

[100] Cf. Popper (1934), sección 19.

revoluciones científicas no radica en la sustitución de marcos complicados por otros más simples.

Ha sido generalmente aceptado que la revolución copernicana es el *paradigma de la historiografía convencionalista* y tal creencia aún existe en algunos círculos. Por ejemplo, Polanyi nos dice que la «descripción más sencilla» de Copérnico poseía una sorprendente belleza y «suscitaba (con justicia) una fuerte sensación de convicción» [101]. Pero el estudio moderno de las fuentes primarias realizado fundamentalmente por Kuhn [102] ha destruido este mito para presentar una nítida refutación historiográfica de la exposición convencionalista. Ahora se acepta que el sistema copernicano era «al menos, tan complejo como el de Tolomeo» [103]. Pero entonces, si tal es el caso, y si la aceptación de la teoría copernicana fue racional ello no se debió a su superlativa simplicidad objetiva [104].

Por tanto, el inductivismo, el falsacionismo y el convencionalismo pueden ser falsados como reconstrucciones racionales de la historia con la ayuda de la clase de crítica historiográfica que he aducido [105]. La falsación historiográfica del inductivismo, como hemos visto, ya fue iniciada por Duhem y continuada por Popper y Agassi. Las críticas historiográficas del falsacionismo (ingenuo) han sido elaboradas por Polanyi, Kuhn, Feyerabend y Holton [106]. La crítica historiográfica más importante del convencionalismo se encuentra en la obra maestra de Kuhn (ya citada) sobre la revolución copernicana [107]. El resul-

---

101 Cf. Polanyi (1951), p. 70.

102 Kuhn (1957). También cf. Price (1959).

103 Cohen (1960), p. 61. Bernal, en su (1954) dice que «las razones (de Copérnico) para su cambio revolucionario fueron esencialmente filosóficas y estéticas» (o sea, científicas según el convencionalismo); pero en ediciones posteriores cambió su punto de vista: «Las razones de Copérnico fueron místicas en lugar de científicas.»

104 Para un resumen más detallado, cf. cap. 4.

105 Por supuesto, no es difícil construir otras clases de críticas de las metodologías. Por ejemplo, podemos aplicar los criterios de cada metodología (no sólo del falsacionismo) a sí misma. Para la mayoría de las metodologías el resultado será igualmente destructivo: el inductivismo no puede ser probado inductivamente; la simplicidad resulta ser irremediablemente complicada (sobre lo último, cf. final de n. 107, *siguiente*).

106 Cf. Polanyi (1958), Kuhn (1962), Holton (1969), Feyerabend (1970b) y (1971). También debo añadir Lakatos (1963-4), (1968c) y el cap. 1, más arriba.

107 Kuhn (1957). Tal crítica historiográfica fácilmente puede conducir a ciertos racionalistas a una defensa irracional de su teoría de la racionalidad favorita falsada. La crítica historiográfica de Kuhn de la teoría de la simplicidad sobre la revolución copernicana conmocionó tanto al historiador convencionalista Richard Hall que éste publicó un polémico artículo en que singularizaba y reafirmaba aquellos aspectos de la teoría copernicana que el mismo Kuhn había mencionado porque posiblemente resultaban más simples, e ignoró el resto del argumento (válido) de Kuhn (Hall, 1970). Sin duda, siempre puede definirse la simplicidad

tado de esas críticas es que todas esas reconstrucciones racionales de la historia meten a la historia de la ciencia en la forzada uniformidad de su moralidad hipócrita, creando así fantásticas historias que giran en torno a «bases inductivas», «generalizaciones inductivas válidas», «experimentos cruciales», «grandes simplificaciones revolucionarias», etcétera. Pero los críticos del falsacionismo y del convencionalismo extrajeron unas conclusiones de la falsación de estas metodologías que eran muy distintas de las extraídas por Duhem, Popper y Agassi de su propia falsación del inductivismo. Polanyi (y parece que también Holton) concluyeron que aunque en casos *particulares* es posible realizar evaluaciones racionales y científicas, sin embargo no puede existir una teoría *general* de la racionalidad científica [108]. *Todas* las metodologías, *todas* las reconstrucciones racionales pueden ser «falsadas» historiográficamente; la ciencia es racional, pero su racionalidad no puede ser incorporada en las leyes generales de una metodología [109]. Feyerabend, por otra parte, concluyó no sólo que no puede haber una teoría de la racionalidad científica, sino que la racionalidad científica no existe [110]. De este modo Polanyi derivó hacia el autoritarismo conservador, mientras que Feyerabend se inclinó hacia el anarquismo escéptico. Kuhn creó una versión muy original de los cambios irracionales de la autoridad racional [111].

---

para *cualquier* par de teorías, T_1 y T_2 de un modo tal que la simplicidad de T_1 es mayor que la de T_2.

Para una discusión adicional de la historiografía convencionalista, cf. cap. 4.

108 De modo que Polanyi es un racionalista conservador con relación a la ciencia y un «irracionalista» con relación a la filosofía de la ciencia. Pero, desde luego, este meta-«irracionalismo» es una variante perfectamente respetable del racionalismo: pretender que el concepto de «científicamente aceptable» no puede ser ulteriormente definido, sino sólo transmitido por los canales del «conocimiento personal», no convierte a nadie en un irracionalista absoluto, sino en un conservador absoluto. La posición de Polanyi en la filosofía de la ciencia natural se corresponde estrechamente con la filosofía ultraconservadora de la ciencia política de Oakeshott. (Hay referencias y una crítica excelente de esta última en Watkins, 1952. También cf. pp. 50-51.)

109 Por supuesto, ninguno de los críticos era consciente del carácter lógico preciso del falsacionismo metodológico, tal como se ha explicado en esta sección, y ninguno de ellos lo aplicó con entera consistencia. Uno de tales críticos escribe: «Por el momento no hemos desarrollado una teoría general de la crítica para las teorías científicas y mucho menos para las teorías de la racionalidad; por tanto, si queremos falsar el falsacionismo metodológico debemos hacerlo antes de tener una teoría sobre cómo hacerlo» (*arriba,* cap. 1, p. 44).

110 En el cap. 4 utilizo la maquinaria crítica desarrollada en este artículo contra el anarquismo epistemológico de Feyerabend.

111 Las ideas de Kuhn fueron criticadas por muchos; cf. Shapere (1964) y (1967), Scheffler (1967) y especialmente los comentarios críticos de Popper, Watkins, Toulmin, Feyerabend y Lakatos (y la réplica de Kuhn) en Lakatos y Musgrave (1970). Pero ninguno de estos críticos aplicó una crítica *historiográfica*

Aunque, como se desprende de esta sección, tengo en gran estima a las críticas de Polanyi, Feyerabend y Kuhn sobre las teorías («internas») del método existentes, yo extraigo una conclusión completamente distinta de las suyas. Decidí buscar una metodología mejorada que ofreciera una mejor reconstrucción *racional* de la ciencia.

Feyerabend y Kuhn trataron inmediatamente de falsar también mi metodología mejorada [112]. Pronto hube de descubrir que, al menos en el sentido descrito en esta sección, también mi metodología (y cualquier otra) *puede* ser «falsada» por la sencilla razón de que ningún conjunto de juicios humanos es completamente racional, y por tanto ninguna reconstrucción racional puede coincidir nunca con la historia real [113].

Esta convicción me llevó a proponer un nuevo criterio *constructivo* con el que pueden evaluarse las metodologías *qua* reconstrucciones racionales de la historia.

b) La metodología de los programas de investigación historiográfica. La historia corrobora, en distintas medidas, sus reconstrucciones racionales

Desearía realizar mi propuesta en dos etapas. En primer lugar modificaré ligeramente el metacriterio historiográfico falsacionista que acabo de discutir y después lo sustituiré por otro mejor.

Primero, la ligera modificación. Si una regla universal entra en conflicto con un «juicio normativo básico» particular, hay que dar a la comunidad científica tiempo bastante para que medite sobre el conflicto: puede que abandone su juicio particular y acepte la regla general. Las falsaciones historiográficas de «segundo orden» no deben ser más apresuradas que las científicas, de «primer orden» [114].

---

sistemática a su trabajo. También se debe consultar el *Poscript* de 1970 de la segunda edición de su (1962) y la recensión de Musgrave (Musgrave, 1971).

[112] Cf. Feyerabend (1970a), (1970b) y (1974), y Kuhn (1970b).

[113] Por ejemplo, podemos referirnos al impacto inmediato real de, al menos, *algunos* «grandes» experimentos cruciales negativos, como la falsación del principio de paridad. O podemos mencionar el gran respeto inspirado por *algunos* procedimientos prolongados, pedestres, de prueba y error, que ocasionalmente preceden al anuncio de un programa importante de investigación, y que, según mi metodología, son, como máximo, «ciencia inmadura» (cf. cap. 1, p. 115; también cf. la referencia de L. P. Williams a la historia de la espectroscopia entre 1870 y 1900 en su (1970). Por tanto, el juicio de la élite científica, en algunas ocasiones, también es contrario a *mis* reglas universales.

[114] Existe cierta analogía entre este mecanismo y el procedimiento de apelación ocasional del científico teórico contra el veredicto del jurado experimental; cf. cap. 1, pp. 59-65.

En segundo lugar, puesto que hemos abandonado el falsacionismo ingenuo como *método*, ¿por qué retenerlo como el *meta-método*? Resulta fácil sustituirlo por una metodología de los programas de investigación científica de segundo orden, o, si se quiere, por una metodología de los programas de investigación historiográficos.

Aun manteniendo que una teoría de la racionalidad debe tratar de organizar los juicios de valor básicos en estructuras coherentes, no por ello tenemos que rechazar inmediatamente una de tales estructuras sólo porque existan algunas anomalías u otras inconsistencias. Por supuesto, debemos insistir en que una buena teoría de la racionalidad debe anticipar ciertos juicios de valor básicos, inesperados de acuerdo con sus predecesores, o que incluso debe conducir a una revisión de los juicios de valor básicos previamente mantenidos [115]. Por tanto, rechazamos una teoría de la racionalidad sólo en favor de otra mejor, de una que, en este sentido «cuasi-empírico», represente un desplazamiento progresivo de la secuencia de programas de investigación acerca de las reconstrucciones racionales.

De este modo, el nuevo y más generoso metacriterio nos permite comparar lógicas de la investigación rivales y discernir el crecimiento en el conocimiento «metacientífico» o metodológico.

Por ejemplo, la teoría de Popper sobre la racionalidad científica no debe ser rechazada simplemente porque ha sido «falsada» por algunos «juicios básicos» reales de los principales científicos. Por otra parte, de acuerdo con nuestro nuevo criterio, el criterio de demarcación de Popper representa un progreso con relación a sus predecesores justificacionistas, y en particular, respecto al inductivismo. Porque, al contrario que sus predecesores, rehabilitó el carácter científico de teorías falsadas como la del flogisto, invirtiendo así un juicio de valor que había excluido a tal teoría de la estricta historia de la ciencia para remitirla a la historia de las creencias irracionales [116]. También rehabilitó con éxito la teoría de Bohr-Kramers-Slater [117]. A la luz de la mayoría de las teorías justificacionistas de la racionalidad, la historia de la ciencia es, como máximo, la historia de

[115] El último criterio es análogo a la «profundidad» excepcional de una teoría que entra en conflicto con algunos enunciados básicos disponibles en ese tiempo, y que, finalmente, emerge victoriosamente del conflicto. (Cf. Popper, 1957a). El ejemplo de Popper fue la inconsistencia entre las leyes de Kepler y la teoría newtoniana que trataba de explicarlas.

[116] Por supuesto, el convencionalismo había desempeñado en gran medida esta función histórica antes de la versión de Popper del falsacionismo.

[117] Van der Waerden había enseñado que la teoría Bohr-Kramers-Slater era mala. La teoría de Popper mostró que era buena. Cf. Van der Waerden (1967), p. 13, y Popper (1963a), pp. 242 y ss.; para una discusión crítica, cf. cap. 1, p. 109, nn. 291 y 292.

los preludios pre-científicos de alguna historia futura de la ciencia [118]. La metodología de Popper capacitó al historiador para interpretar como racionales un número mayor de los juicios de valor básicos *reales* de la historia de la ciencia; en este sentido normativo-historiográfico la teoría de Popper constituiría un progreso. A la luz de las mejores reconstrucciones racionales de la ciencia, siempre es posible reconstruir como racional una parte mayor de la ciencia real [119].

Espero que mi modificación de la lógica del descubrimiento de Popper se interprete, a su vez, como un paso adelante adicional, según el criterio que he especificado. Entiendo que ofrece una explicación coherente de un *mayor* número de juicios básicos de valor antiguos y aislados; además ha conducido a nuevos juicios de valor básicos que resultan sorprendentes al menos para el justificacionista y el falsacionista ingenuo. Por ejemplo, según la teoría de Popper era irracional retener y continuar elaborando la teoría gravitacional de Newton después del descubrimiento del perihelio anómalo de Mercurio; y también era irracional el desarrollo de la antigua teoría cuántica de Bohr, basada en fundamentos inconsistentes. Desde mi punto de vista se trata de desarrollos perfectamente racionales: son perfectamente racionales algunas acciones de retaguardia cuyo objetivo es defender los programas derrotados, incluso después de los llamados «experimentos cruciales». Por tanto, mi metodología conduce *a una inversión de aquellos juicios historiográficos que borraron tales* acciones de retaguardia de las historias partidistas del inductivismo y del falsacionismo [120].

En realidad esta metodología predice confiadamente que allí donde el falsacionista percibe la derrota instantánea de una teoría debida a una simple batalla con algún hecho, el historiador detectará una complicada guerra de desgaste comenzada mucho tiempo atrás y que concluye después del supuesto «experimento crucial»; y allí donde el falsacionista percibe teorías consistentes y no refutadas, predice la existencia de masas de anomalías conocidas que afectan a programas de investigación que progresan sobre fundamentos posible*mente inconsistentes* [121]. *Allí donde el convencionalista percibe que* la clave de la victoria de una teoría sobre su predecesora es su simplicidad intuitiva, esta metodología predice que se descubrirá que la victoria se debía a la degeneración empírica del antiguo programa

[118] La actitud de algunos lógicos modernos con relación a la historia de las matemáticas es un ejemplo típico; cf. mi (1963-4), p. 3.

[119] Esta formulación me la sugirió mi amigo Michael Sukale.

[120] Cf. cap. 1, sección 3(c).

[121] Cf. cap. 1, pp. 72-114.

y al progreso empírico del nuevo [122]. Allí donde Kuhn y Feyerabend ven cambios irracionales, yo predigo que el historiador descubrirá que ha existido un cambio racional. De este modo la metodología de los programas de investigación predice (o, si se quiere, «postdice») nuevos hechos históricos, inesperados a la luz de las historiografías (internas y externas) existentes, y confío en que tales predicciones sean corroboradas por la investigación histórica. Si así sucede, la metodología de los programas de investigación científica constituirá un cambio progresivo de problemática.

Por tanto, el progreso en la teoría de la racionalidad científica está jalonado por descubrimientos de nuevos hechos históricos, por la reconstrucción de un cúmulo creciente de historia impregnada de juicios de valor, como racional [123]. En otras palabras, la teoría de la racionalidad progresa si constituye un programa de investigación historiográfico «progresivo». No es necesario decir que ningún programa de investigación historiográfica puede explicar o debe explicar *toda* la historia de la ciencia como racional: incluso los mayores científicos dan pasos en falso y hacen juicios equivocados. Por ello, *las reconstrucciones racionales siempre estarán sumergidas en un océano de anomalías. Tales anomalías habrán de ser explicadas eventualmente bien por alguna reconstrucción racional mejor o por alguna teoría empírica «externa».*

Este enfoque no aboga por una actitud versallesca con relación a los «juicios normativos básicos» del científico. Las anomalías pueden ser correctamente ignoradas por el internalista *qua* internalista y relegadas a la historia externa sólo mientras el programa de investigación historiográfico internalista esté progresando; o si un programa historiográfico empírico externalista las asimila *progresivamente.* Pero si a la luz de una reconstrucción racional, la historia de la ciencia aparece como crecientemente irracional *sin* una explicación externalista progresiva (tal como una explicación de la degeneración de la ciencia

[122] El mismo Duhem sólo ofrece un ejemplo explícito: la victoria de la óptica ondulatoria sobre la óptica newtoniana (1906), cap. VI, § 10 (véase también el cap. IV, § 4). Pero donde Duhem se apoya en el «sentido común» intuitivo, yo me apoyo en un análisis de cambios rivales de problemática.

[123] Se podría introducir la noción de «grado de validez» en la meta-teoría de las metodologías, que sería análogo al contenido empírico de Popper. Los enunciados básicos empíricos de Popper tendrían que ser sustituidos por «enunciados básicos normativos» cuasi-empíricos (como el enunciado «la fórmula de la radiación de Planck es arbitraria»).

Deseo señalar que la metodología de los programas de investigación puede ser aplicada no sólo al conocimiento histórico impregnado de normas, sino a cualquier conocimiento normativo, incluyendo a la Etica y la Estética. Esto superaría al enfoque falsacionista ingenuo y cuasi-empírico bosquejado en la n. 81, p. 162.

en términos del terror político o religioso, o de una atmósfera ideológica anticientífica o de la aparición de una nueva clase parásita de pseudocientíficos interesados en una rápida expansión de las universidades), entonces resulta vital la innovación historiográfica, la proliferación de teorías historiográficas. Así como el progreso científico es posible aun cuando nunca podamos eliminar las anomalías científicas, también es posible el progreso en la historiografía racional aun cuando nunca podamos evitar las anomalías historiográficas. El historiador racionalista no debe preocuparse por el hecho de que la historia real supere, y, en ocasiones, sea diferente de la historia interna y porque pueda ser necesario relegar la explicación de tales anomalías a la historia externa. Pero esta infalsabilidad de la historia interna no la hace inmune a la crítica constructiva sino sólo a la negativa; del mismo modo que la infalsabilidad de un programa de investigación no lo hace inmune a la crítica constructiva, sino sólo a la negativa.

Por supuesto, sólo es posible criticar la historia interna criticando la metodología (normalmente implícita) del historiador; mostrando su funcionamiento como programa de investigación historiográfico. La crítica historiográfica a menudo destruye con éxito buena parte del externalismo tan en boga. Una explicación externa «impresionante», «ambiciosa» «irresistible» es normalmente señal de una débil subestructura metodológica; a su vez, el síntoma de una historia interna relativamente débil (en cuyos términos la mayor parte de la historia real resulta anómala o inexplicable) es que deja mucho por explicar a la historia externa. Cuando aparece una teoría de la racionalidad mejor, la historia interna puede expandirse y ganar terreno a la historia externa. Sin embargo, la competencia no es tan abierta en tales casos como cuando compiten dos programas de investigación científica rivales. Los programas historiográficos externalistas que suplen a las historias internas basadas en metodologías ingenuas (sean conscientes de ello o no) probablemente o bien

mente explicables *internamente;* allí donde algunos externalistas ven lógicas de ciertas fantasías inducidas metodologógicamente y no de hechos históricos (interpretados más racionalmente). Cuando una exposición externalista utiliza, conscientemente o no, una metodología ingenua (que fácilmente puede manifestarse en su lenguaje descriptivo) se convierte en un cuento de hadas que, a pesar de su aparente sofisticación académica, se derrumbará con el escrutinio historiográfico.

Agassi ya indicó que la pobreza de la historia inductivista abrió la puerta a las incontroladas especulaciones de los marxistas vulga-

res [124]. Su historiografía falsacionista, a su vez, deja las puertas abiertas de par en par a los «sociólogos del conocimiento» tan en boga actualmente, que tratan de explicar el ulterior (y posiblemente desafortunado) desarrollo de una teoría «falsada» por un experimento crucial, como una manifestación de resistencia irracional, nociva y reaccionaria de la autoridad establecida a las ilustradas innovaciones revolucionarias [125]. Pero, según la metodología de los programas de investigación científica, tales acciones de retaguardia son perfectamente explicables *internamente;* allí donde algunos internalistas ven luchas por el poder y sórdidas controversias personales, el historiador racionalista frecuentemente descubrirá una discusión racional [126].

Un ejemplo interesante del modo en que una mala teoría de la racionalidad puede empobrecer la historia, es el tratamiento de los cambios regresivos de problemática que es habitual en los positivistas historiográficos [127]. Imaginemos, por ejemplo, que a pesar del progreso objetivo de los programas de investigación astronómicos, los astrónomos repetinamente se sientan invadidos por un sentimiento de crisis «kuhniana» y que, después, todos se convierten por

---

[124] Cf. el texto de la n. 9, p. 137. (Por supuesto, la terminología «especulación incontrolada» la he heredado de la metodología inductivista. Ahora debe ser reintepretada como «programa en regresión».)

[125] El hecho de que incluso las teorías externalistas en regresión hayan sido capaces de conseguir cierta respetabilidad se debió, en gran medida, a la debilidad de sus rivales internalistas previas. La moralidad utópica victoriana o bien crea exposiciones falsas e hipócritas de la decencia burguesa o arroja leña al punto de vista según el cual la humanidad está enteramente depravada; los criterios científicos utópicos, o bien crean exposiciones falsas e hipócritas de la perfección científica o alimentan el punto de vista de que las teorías científicas no son sino meras creencias enraizadas en intereses inconfesables. Esto explica la aureola revolucionaria que rodea a algunas de las absurdas ideas de la sociología del conocimiento contemporánea: algunos de sus profesionales pretenden haber desenmascarado la ficticia racionalidad de la ciencia cuando, como máximo, están explotando la debilidad de algunas teorías caducas de la racionalidad científica.

[126] Para ejemplos, cf. Cantor (1971) y el debate Forman-Ewald (Forman, 1969, y Ewald, 1969).

[127] Llamo *positivismo historiográfico* a la postura de que la historia puede ser escrita como una historia enteramente *externa.* Para los positivistas historiográficos la historia es una disciplina puramente empírica. Niegan la existencia de criterios objetivos en contraposición a las simples creencias sobre los criterios. (Por supuesto, también mantienen creencias sobre los criterios que determinan la elección y formulación de sus problemas históricos.) Esta posición es típicamente hegeliana. Se trata de un caso especial del *positivismo normativo,* de la teoría que hace del poder el criterio para discernir la justicia. (Para una crítica del positivismo ético de Hegel, cf. Popper, 1945, vol. 1, pp. 71-2; vol. 2, pp. 305-06, y Popper, 1962.) El oscurantismo reaccionario hegeliano devolvió enteramente los valores al mundo de los hechos, invirtiendo así la separación realizada por la ilustración filosófica kantiana.

un irresistible cambio de *Gestalt* a la astrología. Yo consideraría esta catástrofe como un terrible problema que habría de ser explicado mediante alguna explicación externalista empírica. Pero no así un kuhniano. Todo lo que él percibiría sería una «crisis» seguida por un efecto de conversión masiva en la comunidad científica. Una *revolución ordinaria*. Nada resulta problemático o carente de explicación [128]. Los epifenómenos psicológicos kuhnianos de «crisis» y «conversión» pueden acompañar tanto a los cambios objetivamente progresivos o a los que son objetivamente regresivos, bien a las revoluciones o a las contrarrevoluciones. Pero esto queda lejos del esquema de Kuhn. Tales anomalías historiográficas no pueden ser formuladas y aún menos, absorbidas de forma progresiva por su programa de investigación historiográfica en el que no hay forma de distinguir, por ejemplo, entre «crisis» y «cambios regresivos de problemática». Pero tales anomalías incluso pueden ser predichas por una teoría historiográfica externalista basada en la metodología de los programas de investigación científica que especificara las condiciones sociales en que los programas de investigación regresivos pueden obtener la victoria socio-psicológica.

c) Contra los enfoques metodológicos apriorísticos y antiteóricos

Por último, contrastemos la teoría de la racionalidad que hemos analizado aquí con el enfoque estrictamente apriorístico (o, con mayor precisión, «euclídeo») y con los enfoques antiteóricos [129].

Las metodologías «euclidianas» establecen *reglas generales «a priori»* para la evaluación científica. En la actualidad el mejor represen-

---

[128] Kuhn parece tener nociones diversas sobre el progreso científico. No dudo de que, siendo, como es, un investigador y científico cuidadoso, personalmente *deteste* el relativismo. Pero su teoría puede ser interpretada o bien como negando el progreso científico y aceptando solamente el cambio científico, o bien como reconociendo el progreso científico pero como un «progreso» sólo señalizado por la evolución de la historia real. Realmente, y según su criterio, tendría que describir la catástrofe mencionada en el texto como una auténtica revolución. Me temo que ésta puede ser una pista para explicar la popularidad (no buscada) de su teoría entre la *New Left* que afanosamente preparaba la «revolución» de 1984.

[129] El término técnico «euclídeo» (o más bien «cuasi-euclídeo») significa que uno comienza con proposiciones universales, de nivel elevado («axiomas») en lugar de proposiciones singulares. Sugerí que la distinción entre «cuasi-euclídeo» y «cuasi-empírico» es más útil que la distinción entre «a priori» y «a posteriori» (consúltese MCE, caps. 1 y 2).

Algunos de los «aprioristas» son, por supuesto, empiristas. Pero puede ser que los empiristas sean aprioristas (o por mejor decir, «euclidianos») en el metanivel que estamos discutiendo aquí.

tante de este enfoque es Popper. Según Popper, debe existir la autoridad constitucional representada por un *código de leyes inmutables* (basadas en su criterio de demarcación) para distinguir entre buena y mala ciencia.

Sin embargo, algunos filósofos eminentes ridiculizan la idea de un código de leyes, la posibilidad de elaborar cualquier demarcación válida. Según Oakeshott y Polanyi, ningún código puede ni debe existir; la casuística es suficiente. También suelen aducir que si erróneamente aceptáramos la idea del código, éste también requeriría de intérpretes autorizados. Creo que hay gran parte de verdad en las posiciones de Oakeshott y Polanyi. Después de todo, se debe admitir (*pace* Popper) que hasta ahora todas las «leyes» propuestas por los filósofos de la ciencia «aprioristas» han resultado equivocadas según el veredicto de los mejores científicos. Hasta ahora la principal (aunque no la única) contrastación de las leyes *universales* de los filósofos han sido los criterios científicos que aplica «instintivamente» la *élite* científica en los casos particulares. Si tal es el caso, el progreso metodológico, al menos por lo que se refiere a las ciencias más avanzadas, aún está retrasado con relación a la sabiduría científica ordinaria. ¿No es entonces arrogancia tratar de imponer alguna filosofía de la ciencia *a priori* a las ciencias más avanzadas...? ¿No es arrogante pedir que si, por ejemplo, resulta que la ciencia newtoniana o einsteiniana han violado las reglas *a priori* del juego de Bacon o Carnap o Popper, vuelva a comenzar la actividad científica?

Creo que es arrogancia. En realidad la metodología de los programas de investigación historiográfica implica un sistema de autoridad pluralista, en parte porque la sabiduría del tribunal científico y su casuística no ha sido ni puede ser completamente integrada en el código del filósofo, y en parte porque en ocasiones puede suceder que el código del filósofo esté en lo cierto, mientras que sea errónea la opinión del científico. Estoy en desacuerdo, por ello, tanto con los filósofos de la ciencia que dan por supuesto que los criterios científicos generales son inmutables y que la razón puede conocerlos *a priori*[130], como con los que entienden que la luz de la razón sólo ilumina casos particulares. La metodología de los programas de investigación historiográfica especifica las formas en que aprende tanto el filósofo de la ciencia del historiador de la ciencia como *viceversa*.

Pero este tráfico en ambos sentidos no tiene por qué estar siempre equilibrado. El enfoque del código es mucho más importante

130 Algunos pueden defender que Popper *no* está incluido en esta categoría. Después de todo, Popper definió la «ciencia» de forma que incluyera a la teoría refutada de Newton y excluyera a la astrología no refutada, al marxismo y a la teoría de Freud.

cuando una tradición degenera [131] o cuando aparece una nueva y mala tradición [132]. En tales casos el código puede limitar la autoridad de la casuística corrompida y retrasar o incluso invertir el proceso de degeneración [133]. Cuando una escuela científica degenera en pseudocientífica, puede ser conveniente impulsar un debate metodológico con la esperanza de que los científicos en activo aprenderán más con él que los filósofos (del mismo modo que cuando el lenguaje ordinario degenera en periodístico puede ser útil invocar las reglas gramaticales) [134].

d) Conclusión

En este trabajo he propuesto una método «histórico» para evaluar metodologías rivales. Los argumentos utilizados se dirigían sobre todo al filósofo de la ciencia y trataban de mostrarle el modo en que puede (y debe) aprender de la historia de la ciencia. Pero los mismos argumentos implican también que el historiador de la ciencia, a su vez, debe prestar mucha atención a la filosofía de la ciencia y decidir en qué metodología fundamentará su historia interna. Confío haber ofrecido algunos argumentos importantes en favor de las siguientes tesis; primera: cada metodología de la ciencia determina una demarcación característica (y tajante) entre la historia interna (que es fundamental) y la historia externa (que es secundaria), y, segunda: tanto los historiadores como los filósofos de la ciencia deben considerar la interacción crítica entre factores internos y externos.

Para terminar, se me permitirá que recuerde al lector mi broma favorita y ya muy gastada: la historia de la ciencia es a menudo una

---

[131] Este parece ser el caso en la moderna física de partículas; o, según algunos físicos y filósofos, incluso en la escuela de Copenhague de física cuántica.

[132] Esto sucede con algunas de las principales escuelas de sociología moderna, psicología y psicología social.

[133] Por supuesto, ello explica el que una buena metodología («destilada» de las ciencias maduras) pueda desempeñar una función importante para las disciplinas dudosas e inmaduras. Mientras que la autonomía académica de Polanyi debe ser defendida para los departamentos de física teórica, no debe tolerarse, por ejemplo, en instituciones ocupadas en el proceso de datos de astrología social, planificación científica o imaginería social. (Para un competente estudio sobre la última, cf. Priestley, 1968.)

[134] Por supuesto, es imposible realizar una discusión crítica de los criterios científicos (que incluso puede conducir a su mejora) sin articularlos en términos generales, igual que si se desea criticar un idioma, hay que articular su gramática. Ni el conservador Polanyi ni el conservador Oakeshott parecen haber comprendido (o parecen estar dispuestos a comprender) la función crítica del lenguaje; Popper lo ha comprendido (cf. especialmente Popper, 1963a, p. 135).

caricatura de sus reconstrucciones racionales; las reconstrucciones racionales son a menudo caricaturas de la historia real; algunas historias de la ciencia son caricaturas tanto de la historia real como de sus reconstrucciones racionales [135]. Entiendo que este artículo me permite añadir: *Quod erat demonstrandum.*

[135] Cf. Cf. e. g., MCE, cap. 1, p. 16, o bien MCE, cap. 8, p. 239, n. 177.

Capítulo 3

POPPER Y LOS PROBLEMAS DE DEMARCACION E INDUCCION *

Introducción

Las ideas de Popper constituyen el desarrollo filosófico más importante del siglo XX: un logro en la misma tradición y del mismo nivel que los de Hume, Kant o Whewell. Mi deuda personal con él es inmensa: cambió mi vida más que ninguna otra persona. Yo casi tenía cuarenta años cuando entré en el campo de atracción de su intelecto. Su filosofía me ayudó a romper, de forma definitiva, con la perspectiva hegeliana que yo había retenido durante casi veinte años [1] y, lo que aún es más importante, me suministró un conjunto muy fértil de problemas, un auténtico programa de investigación. El trabajo en un programa de investigación es, naturalmente, un ejerci-

---

* Este artículo se escribió en 1970-71 y apareció por primera vez en inglés en Lakatos (1974). Los agradecimientos que hace constar el autor son los siguientes: «Me gustaría agradecer a mis amigos Colin Howson, Alan Musgrave, Helmut Spinner, John Worrall, Elie Zahar, y especialmente a John Watkins, su escrutinio crítico de las versiones previas. Sus comentarios y objeciones son mencionados a lo largo del texto.» (Editores.)

[1] Desgraciadamente, desde Hegel cada generación ha necesitado (y afortunadamente ha tenido) de filósofos que destruyeran la fascinación de los pensadores jóvenes que tan a menudo caen en la trampa de «las teorías impresionantes y omnicomprensivas (como la de Hegel o la de Freud) que actúan como revelaciones para los intelectos débiles» (cf. Popper, 1963a, p. 39). Moore, en Cambridge, fue el liberador antes de la primera guerra, y Popper, en la *London School of Economics,* después de la segunda.

cio crítico y no es sorprendente que mi propio trabajo sobre los problemas popperianos me haya situado en varias ocasiones en conflicto con las soluciones de Popper [2].

En estas páginas resumiré mi postura sobre lo que Popper ha denominado con frecuencia los dos problemas principales de su ya clásica *Logik der Forschung:* el problema de la demarcación y el problema de la inducción. Popper ofreció en primer lugar una solución para el problema de la demarcación y después, tras afirmar que el problema de la inducción sólo es un ejemplo o aspecto del problema de la demarcación, aplicó su criterio de demarcación para solucionar el problema de la inducción [3]. Según mi punto de vista, la solución de Popper del *problema de la demarcación* es un gran logro, pero es posible mejorarlo e incluso en su forma mejorada plantea problemas importantes hasta ahora no resueltos. Entiendo que el *Problema de la inducción* ciertamente es algo más que «un ejemplo o aspecto» del problema de la demarcación. En su primera filosofía Popper ofreció críticas decisivas de las soluciones anteriores del problema (o más bien, problemas) de la inducción y sugirió una solución puramente *negativa.* Su filosofía posterior (fundamentada en la idea de contenido de verdad y verosimilitud) implicaba una modificación del problema y también una solución *positiva* del problema modificado. Con todo, y por lo que sé, aún no ha comprendido todas las implicaciones de su obra.

1. Popper y la demarcación

a) El juego popperiano de la ciencia

La «lógica de la investigación científica de Popper (o su "metodología", o su "criterio de demarcación", o su "definición de la ciencia")» [4] constituye una teoría sobre la racionalidad científica; de

[2] Cf. mi (1968b), (1970a) y (1971b) (consúltese este volumen, caps. 1 y 2, y el MCE, cap. 8). En estos artículos he tratado de explicar las razones por las que creo que la filosofía de Popper es tan enormemente importante. El motivo por el que continúo criticando varios aspectos de la filosofía de Popper es mi convicción de que constituye la filosofía más adelantada de nuestro tiempo y de que el progreso filosófico sólo puede basarse (aunque sea en un sentido dialéctico) en sus logros. Aunque se intenta que este artículo sea autosuficiente, algunas de sus explicaciones son elementales por razones de brevedad. El lector encontrará provechoso y, en ocasiones, necesario, compararlo con el capítulo 1, donde hay una exposición más detallada de algunos temas.

[3] Cf. e. g. cap. 1 de su (1934); también cap. 1 de su (1963a), especialmente pp. 52 y ss. y p. 58. (La frase citada está en la p. 54.)

[4] Se ha probado que tal abundancia de sinónimos induce a la confusión.

modo más específico, un conjunto de criterios para las teorías científicas. En un principio se confiaba en que una «lógica de la investigación» suministraría un repertorio de reglas mecánicas para la resolución de problemas. Esta esperanza se abandonó: para Popper la «lógica de la investigación» o «metodología» consiste simplemente en un conjunto de reglas (tentativas y nada mecánicas) para la evaluación de teorías articuladas. Popper entiende que todo lo demás es objeto de la psicología empírica de la investigación, una disciplina ajena al dominio normativo de la lógica de la investigación. Esto representa un cambio de extrema importancia en el problema de la filosofía de la ciencia normativa. *El término «normativo» cesa de significar reglas para la consecución de soluciones y pasa a indicar simples directrices para la evaluación de soluciones preexistentes.* Algunos filósofos aún no han percibido este cambio del problema [5].

La lógica de la investigación de Popper contiene «propuestas» y «convenciones» que indican cuándo una teoría puede ser considerada seriamente (si se puede diseñar y se ha diseñado, de hecho, un experimento crucial contra ella) y cuándo debe ser rechazada (cuando ha fracasado en un experimento crucial). Por primera vez en el contexto de un programa fundamental de investigación epistemológica, la lógica de la investigación de Popper ofrece un nuevo papel a la experiencia en el ámbito de la ciencia. Los «hechos» no establecen ni fundamentan ni otorgan probabilidad a las teorías sino que las eliminan. Para Popper el progreso consiste en una confrontación incesante, implacable y revolucionaria entre audaces teorías especulativas y observaciones reproducibles, y en la subsiguiente y rápida eliminación de las teorías derrotadas: «El método de prueba y error es un *método para eliminar las teorías falsas* mediante enunciados observacionales» [6], «las conjeturas son sometidas valerosamente a la prueba para que resulten eliminadas si entran en conflicto con las observaciones» [7]. De modo que la historia de la ciencia se contempla como una serie de duelos entre la teoría y los experimentos, duelos

---

[5] Sobre este tema desearía decir que siempre tuve *dudas* acerca de si ese desplazamiento (progresivo, sin duda) del problema, no fue demasiado lejos. El cambio aún fue más pronunciado en la filosofía de las matemáticas que en la filosofía de la ciencia. Siguiendo a Pólya, he defendido que es posible que exista un *limbo* para un heurística «genuina» que sea racional y no psicologista; ese fue el motivo por el que expresé algunas reservas al original uso de Tarski del término «metodología»; cf. mi (1963-4), p. 4, n. 4. Pero no puedo proseguir aquí con este tema.

[6] Popper (1963a, p. 56) (el subrayado es de Popper). Cf. más *abajo,* p. 201, n. 73.

[7] Popper (1963, p. 46).

en los que sólo los experimentos consiguen victorias decisivas. El teórico propone alguna teoría científica; ciertos enunciados básicos la contradicen; si uno de éstos resulta «aceptado» [8], la teoría queda «refutada»; debe ser rechazada y su lugar ocupado por una nueva. «Lo que en último término decide la suerte de una teoría es el resultado de una contrastación; esto es, un acuerdo sobre enunciados básicos.» [9] Popper es consciente, por supuesto, de que siempre contrastamos amplios conjuntos de teorías en lugar de teorías aisladas, pero no entiende que esto constituya una dificultad insuperable: sugiere que debemos conjeturar y llegar a un acuerdo sobre la parte del sistema que es responsable de la refutación (esto es, la parte que debe considerarse falsa), posiblemente con la ayuda de algunas contrastaciones independientes de ciertas porciones del sistema. En la filosofía de Popper estas conjeturas son absolutamente indispensables. Si se nos permitiera imputar *siempre* las refutaciones a las condiciones iniciales, nunca sería necesario rechazar una teoría importante. Para Popper no es suficiente la existencia de contrastaciones diseñadas para contrastar sistemas amplios; pide a los científicos que especifiquen anticipadamente los experimentos que, de tener un resultado negativo, originarían la falsación del mismo corazón del sistema [10]. Pide que el científico especifique las condiciones experimentales que, de producirse, le impulsarían a abandonar sus supuestos *más fundamentales* [11]. Esta es la auténtica «clave» del criterio de demarcación de Popper o, por usar un término mejor, de su definición de la ciencia [12].

La definición de la ciencia de Popper puede expresarse mejor en términos de las convenciones o «reglas» que gobiernan el «*juego de la ciencia*» [13].

---

[8] Sobre las condiciones para la aceptación de enunciados básicos, cf. Popper (1934), sección 22 y cap. 1, pp. 35-36.

[9] Popper, *ibid.*, sección 30.

[10] Para referencias, cf. *abajo*, p. 190, n. 36, y p. 194, n. 48.

[11] Cf. p. 190, texto de la n. 36. También cap. 1, p. 36.

[12] Cf. cap. 1, p. 37. Para una discusión interesante, consúltese también Musgrave (1968).

[13] Popper (1934), secciones 11 y 85. El primer párrafo de la sección 11 explica las razones por las que dio a su libro el título *La lógica de la investigación científica,* y merece ser citado: «Aquí se consideran las reglas metodológicas como *convenciones*. Pueden ser descritas como las reglas del juego de la ciencia empírica. Difieren de las reglas de la lógica pura como difieren las reglas de ajedrez que pocos considerarían como parte de la lógica pura; puesto que las reglas de la lógica pura gobiernan las transformaciones de las fórmulas lingüísti-

La apertura inicial consiste en una *hipótesis consistente y refutable;* esto es, una hipótesis consistente que tiene refutadores potenciales aceptados. Un refutador potencial es un «enunciado básico» cuyo valor de verdad es decidible con ayuda de las técnicas experimentales del momento. El jurado de los científicos debe acordar *unánimemente* que existe una técnica experimental que les permite asignar un valor de verdad al «enunciado básico». (Por supuesto, la unanimidad puede lograrse expulsando a los miembros de la minoría por entender que son pseudocientíficos o maniáticos.)[14]

La siguiente jugada es la realización repetida de una contrastación mediante un experimento controlado[15] y la segunda decisión del jurado sobre el valor de verdad (verdad o falsedad) que se ha de atribuir al refutador potencial. (Si esta segunda decisión no es unánime, hay dos posibles movimientos: o bien se niega el rango de «refutador potencial» y se cancela la jugada inicial, a menos que se encuentre un sustituto, *o, alternativamente, la minoría en desacuerdo debe ser declarada irracional y excluida del jurado*[16].)

Si el segundo veredicto es negativo y queda rechazado el refutador potencial, se declara que la hipótesis ha sido corroborada, lo que sólo significa que es apta para recibir ataques adicionales. Si el segundo veredicto es *positivo* y queda aceptado el refutador potencial, se declara que la hipótesis ha sido «refutada», lo que significa que queda *rechazada,* «derrotada», «abandonada», enterrada con honores militares[17]. (En 1960 Popper introdujo una nueva regla: la pompa

---

cas, el resultado de una investigación sobre las reglas de ajedrez tal vez podría denominarse "la lógica del ajedrez", pero nunca "La lógica" pura y simplemente. (De modo similar el resultado de una investigación sobre las reglas del juego de la ciencia, esto es, sobre la investigación científica, puede titularse "La lógica de la investigación científica".)»

14 Me temo que Popper no mencionó esta implicación, aunque menciona, como si fuera un hecho trivial, que los maniáticos «no entorpecen de forma importante el funcionamiento de las distintas instituciones sociales que han sido diseñadas para reforzar la objetividad científica» (Popper, 1945, vol. II, p. 218). Y continúa: «*Sólo el poder político...* puede entorpecer su funcionamiento» (cf. también su 1957b, p. 32). No estoy tan seguro de ello.

15 Sobre el concepto de «experimento controlado», cf. cap. 1, p. 40, n. 75.

16 Cf. *arriba,* n. 14.

17 Popper (1934), secciones 3 y 4. También cf. sección 22 («Refutabilidad y refutación») sobre «reglas especiales... que determinan en qué condiciones un sistema debe considerarse refutado». Resulta sorprendente que *al menos en esta sección particular* (sección 22) no se diga nada acerca de la identificación de la «refutación» en el sentido que hemos descrito, con la «derrota» y la «eliminación». Algunos amigos míos utilizaron esta omisión como evidencia de que Popper no defendía tal identificación, sino que dejaba sin resolver el problema de la relación entre «eliminación» y «refutación». Pero en otros textos, especialmente en sus trabajos relacionados con las ciencias sociales (cf., por ejemplo, su

militar debe otorgarse a las hipótesis eliminadas sólo si antes de ser refutadas fueron corroboradas, al menos una vez, en otro experimento [18].)

Tras el entierro se entroniza una nueva hipótesis. Sin embargo, esta nueva hipótesis debe explicar el éxito parcial de su predecesora, si tal éxito existió, y también algo *más*. No se aceptará la propuesta de una nueva hipótesis, por original que sea en sus aspectos intuitivos, si no tiene un nuevo contenido empírico que no tenía su predecesora. Si no dispone de tal excedente de contenido empírico el árbitro la declararía *ad hoc* y obligaría a retirarla a sus proponentes. Si la nueva hipótesis no es *ad hoc* se emprende con ella el procedimiento habitual para las hipótesis refutables que ya ha sido descrito [19].

Si este «juego científico» se desarrolla correctamente, «progresará»; esto es, las teorías sucesivamente propuestas tendrán generalidad (o «contenido empírico») creciente; plantearán *preguntas* cada vez más profundas sobre el universo [20].

Igual que las reglas del ajedrez no explican por qué toman parte en ese juego algunas personas que incluso llegan a dedicar su vida al mismo, tampoco las reglas de la ciencia explican por qué algunas personas participan e incluso dedican sus vidas a tal juego. Las reglas deciden si la *jugada* de un participante es correcta (o «científica») o no lo es, pero nada dicen acerca de si *el juego, en su totalidad,* es «correcto» (o «racional») o no lo es. Las reglas nada dicen ni sobre los motivos (psicológicos) de los jugadores ni sobre la finalidad (racional) del juego. Naturalmente, es posible que una persona tome parte en él como podría participar en un juego genuino y que lo disfrute como tal juego, sin preocuparse de su finalidad ni ser consciente de sus motivaciones personales.

Nota: He tenido interminables discusiones con algunos amigos popperianos sobre la identificación de Popper y «$Popper_1$» (el falsacionista metodológico ingenuo) que he defendido en mi (1968b) y (1970) y en esta sección. Me gustaría decir que al realizar este análisis he experimentado, con mayor agudeza que en cualquier otra ocasión de mi vida, las fatigas propias del historiador. Mi (1968c) y especialmente las páginas 384 y siguientes muestran que entonces identifiqué

1975b, pp. 133-34), Popper claramente identifica «refutación» y «rechazo» o «eliminación». Si refutación no significa rechazo, ¿qué significa? Nada nos dice Popper sobre cómo podemos continuar jugando el juego científico con una hipótesis refutada.

18 Cf. su (1963a), pp. 242-45.

19 Según la nueva regla de Popper, a la que me he referido en la nota anterior, las normas defensivas contra las hipótesis *ad hoc* también pueden ser reforzadas; en este sentido debemos distinguir entre «$ad\ hoc_1$» y «$ad\ hoc_2$»; cf. MCE, cap. 8, pp. 228-43, esp. p. 242, n. 182.

20 Popper (1934), sección 85, último párrafo.

a Popper con mi «Popper$_2$», el falsacionista metodológico sofisticado. En (1968b) cambió mi postura y entonces sugerí que *en Popper coexistían ambas posiciones* (consúltese MCE, cap. 8). Mantuve el mismo punto de vista en el texto principal de mi (1970), pero en el Apéndice *identifiqué a Popper esencialmente con Popper$_1$*, el falsacionista metodológico ingenuo (consúltese el cap. 1 de este volumen). En este artículo mantengo la misma interpretación, pero con la seria sospecha de que puedo haber pasado por alto algún ingrediente vital de todo el análisis. ¿Podría ser que el problema al que se enfrenta la *Lógica de la investigación científica* fuera diferente del que yo he reconstruido? ¿No será *mi* dicotomía de Popper en Popper$_1$ y Popper$_2$ una consecuencia de mi problemática? Sin duda las citas más características de Popper$_1$ están en *La miseria del historicismo* y en *La sociedad abierta* de Popper. ¿Son exclusivamente exageraciones ocasionales sólo emitidas en el contexto de su condena apasionada de las pseudociencias sociales? Pero sin duda el mismo Popper describe su problema original como el de demarcar la ciencia y la pseudociencia. Confieso que me siento perdido en mi labor de exégesis y confío en que la réplica de Popper resolverá mi confusión *.

b) ¿Cómo se pueden criticar las reglas del juego científico?

Las reglas del juego son *convenciones* y pueden formularse en términos de una *definición*[21]. ¿Cómo se puede criticar una definición que, en particular, se interpreta nominalistamente? [22]. Según este punto de vista, una definición sólo es un símbolo, una tautología. ¿Cómo se puede criticar una tautología? Popper pretende que su definición de la ciencia es «fructífera»; «que muchas cuestiones pueden clarificarse y explicarse con ella». Cita a Menger: «Las definiciones son dogmas; sólo las conclusiones obtenidas a partir de las mismas pueden suministrarnos nuevas perspectivas» [23]. Pero ¿cómo es posible que una definición tenga poder explicativo o que suministre nuevas perspectivas? La respuesta de Popper es ésta: «Sólo mediante las consecuencias de mi definición de ciencia empírica y mediante las decisiones metodológicas que dependen de esa definición, el científico será capaz de apreciar hasta qué punto se acomoda a su idea intuitiva sobre la finalidad de su trabajo» [24].

Esta respuesta está en armonía con la posición general de Popper, según la cual es posible criticar las convenciones analizando su «adecuación» con relación a ciertos fines: «puede haber opiniones

* Por lo que se refiere a la réplica de Popper, consúltese su 1974. (Editores.)

21 Cf. Popper (1934), secciones 4 y 11.

22 Para una excelente discusión de la distinción entre nominalismo y realismo (o, como Popper prefiere llamarlo, «esencialismo») en la teoría de las definiciones, cf. Popper (1945c), cap. 11 y (1963a), p. 20. También cf. cap. 1, p. 58.

23 Popper (1934), sección 11.

24 *Ibid.*

en conflicto acerca de la adecuación de cualquier convención; una discusión razonable de estos problemas sólo es posible si se produce entre interlocutores que comparten algún objetivo. La elección de tal objetivo... escapa a la argumentación racional»[25]. Pero Popper, en su *Logik der Forschung,* nunca especifica una *finalidad* del juego científico que no esté contenida en las reglas. La idea de que el *objetivo* de la ciencia es la *verdad* aparece por primera vez en su obra en 1957[26]. En su *Logik der Forschung* la búsqueda de la verdad puede que sea una motivación psicológica, de los científicos, pero no constituye un *objetivo* racional de la ciencia[27].

Ni siquiera en los escritos posteriores de Popper encontramos sugerencias sobre cómo estimar que un conjunto consistente de reglas (o criterio de demarcación) conduce más eficazmente a la verdad que otro[28]. En realidad, y desde 1920 hasta 1970, la tesis de que es imposible construir una argumentación que vincule el método con el éxito, ha sido una pieza central de la filosofía de Popper. Por ello, concluyo que Popper nunca suministró una teoría referente a la crítica racional de las diversas convenciones consistentes[29]. No responde a la pregunta: ¿en qué condiciones abandonaría usted su criterio de demarcación?[30].

Pero es posible contestar a esa pregunta. Ofreceré mi propia respuesta en dos etapas; primero presentaré una respuesta ingenua y luego una más sofisticada. Comenzaré recordando cómo llegó Pop-

---

25 *Ibid.* sección 4.

26 Cf. su (1957a).

27 Califica a la búsqueda de la verdad como «la motivación (acientífica) más poderosa» (1934, sección 85). También cf. *arriba,* pp. 206-07.

28 Los argumentos cruciales de Popper contra las distintas teorías inductivistas de la ciencia muestran que éstas son inconsistentes. Por otra parte, admite que la teoría convencionalista es consistente, «autosuficiente y defendible», y concluye: «Mi conflicto con los convencionalistas no es tal que pueda ser eliminado mediante la discusión teórica imparcial» (Popper, 1934, sección 19). ¿Resulta entonces, que la elección entre conjuntos consistentes de reglas es un problema de gustos subjetivos?

29 A principios de la década de 1960 Popper adoptó el racionalismo crítico generalizado de Bartley. Según esta teoría todas las proposiciones aceptadas por una persona racional deben poder ser criticadas. Pero la debilidad básica de esta postura es su vaciedad. No tiene mucho sentido afirmar la criticabilidad de cualquier posición que mantengamos sin especificar de modo concreto las formas que puede adoptar esa crítica (en Watkins, 1971, hay una crítica interesante de la postura de Bartley).

30 Este desliz resulta aún más serio dado que el mismo Popper ha matizado su criterio. Por ejemplo, en su (1963a) describe el «dogmatismo»; esto es, tratar «las anomalías como algo parecido a un ruido de fondo», como una postura que es necesaria en cierto grado» (p. 49). Pero en la página siguiente identifica este «dogmatismo» con la «pseudo-ciencia». ¿Es, por tanto, «en cierto grado necesaria» la pseudo-ciencia? Consúltese también capítulo 1, p. 119, n. 327.

per a formular su criterio, de acuerdo con su propia narración. Entendió, como los mejores científicos de su época, que, aunque refutada, la teoría de Newton constituía un maravilloso logro científico; que aún era mejor la de Einstein, y que la astrología, la teoría freudiana y el marxismo del siglo XX eran pseudociencias. Su problema era encontrar una definición de la que se infirieran tales «juicios básicos» sobre esas teorías; pues bien, consiguió ofrecer una solución original. Ahora bien, aceptemos *provisionalmente* el siguiente metacriterio: *una teoría de la racionalidad o criterio de demarcación ha de rechazarse si es inconsistente con algunos «juicios de valor básicos» y aceptados de la comunidad científica*[31]. Esta regla metametodológica parece corresponderse con la regla metodológica popperiana según la cual una teoría científica ha de ser rechazada si es inconsistente con un enunciado («empírico») básico unánimemente aceptado por la comunidad científica. Toda la metodología de Popper descansa sobre la presunción de que existen enunciados (relativamente) singulares sobre cuyo valor de verdad se puede alcanzar un acuerdo unánime entre los científicos; sin tal acuerdo sobrevendría «una nueva Babel» y «el soberbio edificio de la ciencia pronto se convertiría en ruinas»[32]. Pero incluso si existe un acuerdo acerca de enunciados «básicos», si no existiera acuerdo alguno sobre cómo evaluar las construcciones científicas con relación a esta «base empírica», ¿no se convertiría también en ruinas el soberbio edificio de la ciencia? Sin duda eso es lo que sucedería. Aunque se ha producido escaso acuerdo sobre el *criterio* universal que determine el carácter científico de las teorías, en los dos últimos siglos ha sido considerable el acuerdo logrado sobre los éxitos científicos *individuales*. Aunque no hay un acuerdo *general* respecto a una teoría de la racionalidad científica, hay un acuerdo importante sobre la racionalidad de cada *paso* particular del juego, sobre si es científico o si constituye un espejismo. Por ello una definición general de la ciencia debe imputar carácter «científico» a los jugadores que gozan de mayor reputación y a las aperturas más estimadas; si no lo consigue, debe ser rechazada.

Por tanto, vamos a proponer, de forma provisional, que *si un criterio de demarcación es inconsistente con las evaluaciones básicas de la élite científica, debe ser rechazado*[33]. Fue la propia

[31] La expresión «juicios de valor básicos» sonará mejor en alemán, «normative Basissatze».

[32] Popper (1934), sección 29.

[33] Por supuesto, este enfoque no significa que creamos que los «juicios básicos» de los científicos son indefectiblemente racionales; sólo implica que los *aceptamos* para criticar las definiciones universales de la ciencia. (Si añadimos

descripción de Popper de su problema original y su modalidad de falsacionismo metodológico los que me sugirieron este metacriterio (pero debo insistir en que es posible aceptar el falsacionismo de Popper y rechazar, sin embargo, este meta-falsacionismo). Sin embargo, *si* aplicamos este criterio (que abandonaré más adelante), el criterio de demarcación de Popper, esto es, las reglas popperianas para el juego de la ciencia, deben ser rechazadas [34].

c) *Una refutación «cuasi-polanyana» del criterio de demarcación de Popper*

El criterio de demarcación de Popper realmente puede ser «refutado» con facilidad si se utiliza el metacriterio propuesto en la última sección; esto es, si se muestra que, de acuerdo con él, los máximos éxitos científicos carecieron de carácter científico, y que los mejores profesionales de la ciencia, en sus mejores momentos, rompieron las reglas del juego de la ciencia de Popper.

La regla básica de Popper es que *el científico debe especificar por adelantado las condiciones experimentales en que abandonará incluso sus supuestos más fundamentales:*

> «Los criterios de refutación deben establecerse previamente: se debe acordar qué situaciones observables, de observarse de hecho, implicarían que la teoría queda refutada. Pero ¿qué hechos clínicos refutarían satisfactoriamente desde el punto de vista del analista *no simplemente un diagnóstico clínico particular sino el mismo psicoanálisis?* [35]. ¿Han disentido siquiera o mostrado su acuerdo sobre tales criterios los analistas?»

---

que ningún criterio *universal* tal ha sido hallado y que ningún criterio *universal* tal se hallará en el futuro, el escenario está preparado para recibir la concepción de Polanyi de la autocracia científica cerrada y sin normas.)

La noción de este metacriterio puede considerarse como una autoaplicación «cuasi-empírica» del falsacionismo popperiano. Yo ya había introducido este «cuasi-empirismo» en el contexto de la filosofía matemática. Podemos abstraer de *lo que* fluye por los canales lógicos de un sistema deductivo la certidumbre o la falibilidad, la verdad o la falsedad, la probabilidad o improbabilidad, incluso la deseabilidad o indeseabilidad moral o científica; es el *cómo* del flujo lo que decide si el sistema es negativista, «cuasi-empírico» dominado por el *modus tollens* o si es justificacionista, «cuasi-euclídeo», dominado por el *modus ponens* (cf. MCE, cap. 2). Este enfoque cuasi-empírico puede ser aplicado a *cualquier* clase de conocimiento normativo, como el ético o estético; eso es lo que ha hecho Watkins en su (1963) y (1967). Pero ahora prefiero otra aproximación: cf. más *abajo*, p. 196, n. 59.

[34] Puede señalarse que este meta-criterio no tiene por qué ser psicológico o «naturalista» en el sentido de Popper [cf. su (1934), sección 10]. La definición de la «élite científica» no es un asunto empírico.

[35] Popper (1963a, p. 38, n. 3). (El subrayado es mío.) Por supuesto, esto es equivalente a su celebrado «criterio de demarcación» entre ciencia y pseudociencia, o, como él dice, «metafísica». (Sobre este tema, consúltese también Agassi, 1964, sección VI.)

Popper tenía razón en el tema del psicoanálisis: nadie ha respondido a la pregunta. Los freudianos se han quedado perplejos ante el ataque fundamental de Popper referente a la honestidad científica. Ciertamente se han negado a especificar las condiciones experimentales en las que abandonarían sus supuestos básicos. Según Popper ésta es la prueba de su deshonestidad intelectual. Pero ¿qué sucede si dirigimos la misma pregunta al científico newtoniano?; ¿qué observaciones refutarían, de modo satisfactorio para el newtoniano, no simplemente una explicación newtoniana particular, sino la misma dinámica newtoniana y la teoría gravitacional? ¿Tales criterios han sido discutidos y acordados en alguna ocasión por los newtonianos...? El newtoniano difícilmente podrá ofrecer una respuesta positiva [36]. Pero en tal caso, si los psicoanalistas deben ser condenados por deshonestos, según los criterios de Popper, ¿no hay que condenar por razones similares a los newtonianos?

Ciertamente Popper puede retirar su celebrado reto y exigir la refutabilidad (y el rechazo cuando se produce la refutación) sólo para los *sistemas* teóricos que incluyen condiciones iniciales y muchas teorías auxiliares y observacionales. Esta es una retirada importante, puesto que permite al científico imaginativo salvar su teoría preferida mediante alteraciones afortunadas en algún vericueto remoto del laberinto teórico. Pero incluso la regla mitigada de Popper hará imposible la vida a los científicos más brillantes, porque en los programas de investigación amplios siempre existen anomalías conocidas. Normalmente el investigador las deja a un lado y actúa según la heurística positiva del programa [37]. En general concentra su atención en la heurística positiva y no en las anomalías perturbadoras con la esperanza de que «los casos recalcitrantes» se transformen en ejemplos confirmatorios conforme progrese el programa. Según las condiciones de Popper hasta los grandes científicos utilizan aperturas prohibidas y estratagemas *ad hoc;* en lugar de considerar el perihelio anómalo de Mercurio como una refutación de la teoría newtoniana sobre nuestro sistema planetario y, por tanto, como una razón para rechazarla, la mayoría de ellos archivaron el tema como un ejemplo problemático que sería solucionado en alguna ocasión posterior, o bien ofrecieron soluciones *ad hoc.* Esta actitud metodológica de tratar como *anomalías* a lo que Popper consideraría contraejemplos, es habitualmente aceptada por los mejores científicos. Algunos de los programas de investigación que ahora gozan de la máxima estima por parte de la comunidad científica, progresaron entre un océano de anoma-

---

[36] Cf. capítulo 1, pp. 27-28.

[37] *Ibid.*, pp. 72 y ss.

lías [38]. El rechazo de Popper de tal trabajo como irracional («no crítico») implica una refutación de su definición, al menos según nuestro meta-criterio cuasi-polanyano.

Más aún, según Popper, un *sistema inconsistente* no prohíbe ningún estado observable de la realidad y trabajar en él debe considerarse invariablemente como una tarea irracional: «Un sistema contradictorio siempre debe ser rechazado... (porque) no es informativo... Ningún enunciado puede ser destacado, puesto que todos son derivables [39].» Pero algunos de los más importantes programas de investigación científica progresaron a partir de fundamentos inconsistentes [40]. En realidad, en tales casos la norma de los mejores científicos es con frecuencia «Allez en avant et la foi vous viendra». Esta norma antipopperiana ofreció un santuario al cálculo infinitesimal, acosado por Berkeley, y a la teoría ingenua de conjuntos durante el período de las primeras paradojas. En verdad, si el juego de la ciencia se hubiera desarrollado según las recetas de Popper, el artículo de Bohr de 1913 nunca se hubiera publicado, puesto que constituía un injerto inconsistente en la teoría de Maxwell, y las funciones delta de Dirac hubieran sido ignoradas hasta Schwartz.

En términos generales Popper exagera porfiadamente el poder destructor inmediato de la crítica puramente negativa. «En cuanto se señala un error o una contradicción, ya no hay evasión posible: puede probarse y eso es todo [41].»

Así «refutan» algunos de los juicios «básicos» de la *élite* científica la definición de la ciencia y de la ética científica de Popper.

Nota: Realmente no defiendo el metacriterio descrito en la sección b) y aplicado en la sección c). En lo que sigue negaré la tesis de ambas secciones. Acepto este método socrático-popperiano para exponer mi postura porque entiendo que es el mejor modo de desarrollar un argumento complejo: se presenta una pregunta sencilla, se ofrece una respuesta sencilla y se critica la respuesta (y posiblemente también la pregunta), lo que nos conduce a preguntas más complejas y a soluciones más complejas. Este método también sugiere que el dialéctico no concluye con una «solución final».

---

[38] *Ibid.*, pp. 69 y ss.

[39] Cf. Popper (1934), sección 24.

[40] Cf. capítulo 1, especialmente pp. 75 y ss.

[41] Popper (1959a, p. 394). Añade: «Frege no intentó maniobras evasivas cuando conoció la crítica de Russell». Ciertamente las intentó (cf. el *Poscript* de Frege de la segunda edición de su *Grundgesetze*). Este error historiográfico puede relacionarse también con el exceso previo de confianza de Popper en la carencia de ambigüedad del razonamiento matemático. Consúltese también MCE, cap. 8, p. 212, n. 109.

d) Un criterio de demarcación modificado

Resulta fácil modificar la definición de la ciencia de Popper de modo que no prohíba jugadas esenciales de la ciencia real. He intentado realizar tal modificación en primer lugar transformando el problema de evaluar teorías en el de evaluar series históricas de teorías o, más bien, de «programas de investigación», y cambiando las reglas de Popper sobre el abandono de teorías [42].

En primer lugar, *uno puede «aceptar» enunciados no sólo básicos sino también universales como convenciones; en realidad, esta es la clave más importante para la continuidad del crecimiento científico* [43]. La unidad básica de evaluación no debe ser una teoría o conjunción de teorías aisladas, sino un programa de investigación con un *núcleo firme* convencionalmente aceptado (y así, por decisión provisional, «irrefutable») y con una *heurística positiva* que define los problemas, prevé las anomalías y, de forma victoriosa, las convierte en ejemplos, según un plan establecido. El científico enumera anomalías, pero mientras su programa de investigación conserve su inercia, las ignora. *Lo que determina la elección de sus problemas es fundamentalmente la heurística positiva de su programa y no las anomalías* [44]. Sólo cuando se debilita la fuerza impulsora de la heurística positiva se puede

---

[42] Cf. capítulo 1 y MCE, capítulo 8. Popper siempre mantuvo, y lo acentuó en su filosofía tardía, que «la influencia de (algunas) teorías metafísicas no contrastables sobre la ciencia era superior a la de muchas teorías contrastables»; incluso «comenzó» a hablar de «programas de investigación metafísicos» (cf. cap. 1, p. 146, n. 350). Pero mientras Popper reconoció la influencia de la metafísica en la ciencia, yo considero que la metafísica es una parte integral de la ciencia. Para Popper (y para Agassi y Watkins), la metafísica es simplemente una «influencia»; yo especifico reglas de evaluación concretas. Y éstas entran en conflicto con anteriores caracterizaciones de Popper de las teorías «refutables» que él aún no ha abandonado.

[43] Popper no permite esto: «Hay una gran diferencia entre mis puntos de vista y el convencionalismo. Yo defiendo que lo que caracteriza el método empírico es precisamente esto: nuestras convenciones determinan la aceptación de los enunciados *singulares;* no de los *universales*» (Popper, 1934, sección 30).

[44] Agassi, en algunos textos, parece negar esto: «Aprender de la experiencia es aprender de un ejemplo refutador. En tal caso, el ejemplo refutador se convierte en un ejemplo problemático» (Agassi, 1964b, p. 201). En su (1969) atribuye a Popper la afirmación de que «aprendemos de la experiencia mediante refutaciones» (p. 169) y añade que, según Popper, aprendemos sólo de la refutación y no de la corroboración (p. 167). Pero esta es una teoría muy unilateral del aprendizaje por la experiencia (cf. capítulo 1, p. 52, n. 118, y p. 54).

Feyerabend en su (1969b) dice que «los ejemplos negativos bastan en la ciencia». (Añade en una nota que omite la «teoría, algo extraña, de la corroboración de Popper».) Por supuesto, estos problemas de demarcación están íntimamente relacionados con el problema de la inducción; también cf. más *abajo,* p. 203, n. 85.

prestar más atención a las anomalías. (De este modo la metodología de los programas de investigación puede explicar *la autonomía relativa de la ciencia teórica,* lo que no pueden hacer las series inconexas de conjeturas y refutaciones de Popper.)

La evaluación de unidades grandes como los programas de investigación es, en un sentido, mucho más liberal y, en otro, mucho más estricta que la evaluación popperiana de las teorías. La nueva evaluación es *más tolerante* porque permite que un programa de investigación se recupere de sus enfermedades infantiles, tales como los fundamentos inconsistentes y las estrategias ocasionales *ad hoc.* Las anomalías, las inconsistencias y las estratagemas *ad hoc* pueden ser consistentes con el progreso. Hay que abandonar el viejo sueño racionalista de un método mecánico, semimecánico o, al menos, de acción rápida, para poner al descubierto la falsedad, la ausencia de pruebas, los absurdos carentes de sentido o incluso las elecciones irracionales. Es necesario mucho tiempo para evaluar un programa de investigación: la lechuza de Minerva vuela al anochecer. Pero esta evaluación también es *más estricta* porque no sólo exige que un programa de investigación prediga con éxito hechos nuevos, sino también que el cinturón protector de hipótesis auxiliares se construya, en gran medida, de acuerdo con una idea unificadora preconcebida, establecida anticipadamente en la heurística positiva del programa de investigación [45].

Resulta muy difícil decidir cuándo un programa de investigación ha degenerado sin remisión posible, si no se exige que exista progreso en cada paso; o cuándo uno de dos programas rivales ha conseguido una ventaja decisiva sobre otro. No puede existir la «racionalidad instantánea». *Ni la prueba de inconsistencia del lógico, ni el veredicto de anomalía emitido por el científico experimental pueden derrotar, de un solo golpe, a un programa de investigación.* La «sabiduría» sólo se alcanza tras los acontecimientos. La Naturaleza puede gritar no, pero la inteligencia humana siempre es capaz de gritar más fuerte, en contra de lo que afirman Weyl y Popper [46]. Con ingenio suficiente y con algo de suerte, cualquier teoría, incluso si es falsa, puede ser defendida «progresivamente» durante mucho tiempo.

Pero ¿cuándo se debe rechazar una teoría particular o todo un programa de investigación? En mi opinión, sólo cuando existe uno

---

[45] En mi (1970a) denominé a los remiendos que no satisfacían estos criterios estratagemas *ad hoc* (consúltese el cap. 1). La primera corrección de Planck de la fórmula Lummer-Pringsheim fue *ad hoc* en este sentido. Un ejemplo particularmente bueno es la anomalía de Meehl (cf. capítulo 1, p. 117, n. 320, y p. 118, n. 322).

[46] Popper (1934), sección 85.

mejor para reemplazarlo [47]. De modo que separo la «refutación» popperiana y el «rechazo»; la confusión de ambas nociones ha resultado ser una de las debilidades principales del «falsacionismo ingenuo» de Popper [48].

Por tanto, mi modificación constituye una descripción del juego de la ciencia muy distinta de la de Popper. La mejor apertura no es una hipótesis refutable (y por ello consistente) sino un programa de investigación. Las simples «refutaciones» (esto es, las anomalías) quedan registradas, pero no son tenidas en cuenta a efectos prácticos. No existen los «experimentos cruciales» en el sentido de Popper; en todo caso, son títulos honoríficos conferidos a ciertas anomalías *mucho después de que se produzcan,* cuando un programa ha sido derrotado por otro. Según Popper, un experimento crucial se describe mediante un enunciado básico aceptado que es inconsistente con una teoría. Personalmente mantengo que ningún enunciado básico aceptado *aislado* nos permite rechazar una teoría. Tal conflicto puede representar un problema (mayor o menor), pero en ningún caso una victoria. Ningún experimento es crucial cuando se lleva a cabo (excepto, tal vez, desde un punto de vista psicológico). La pauta popperiana de «conjeturas y refutaciones», esto es, la pauta de ensayo-mediante-hipótesis seguida de error-descubierto-por-experimentación, se viene abajo [49]. Una teoría sólo puede ser eliminada por una teoría *mejor,* esto es, por una que tenga un exceso de contenido empírico con respecto a sus predecesoras, parte del cual queda confirmada subsiguientemente. Y en cuanto a esta sustitución de una teoría por otra mejor, ni siquiera es necesario que la primera teoría tenga que estar «refutada» en el sentido popperiano del término [50]. De modo que el

---

[47] Cf. MCE, cap. 8, pp. 235-41; mi (1968c), pp. 162-67, y este volumen, cap. 1, pp. 46 y ss., pp. 93 y ss.

[48] Una consecuencia importante es la diferencia entre el análisis de Popper del argumento Duhem-Quine y el mío; cf. por una parte Popper (1934), último epígrafe de la sección 18 y sección 19, n. 1; Popper (1957b), pp. 131-33; Popper (1963a), p. 112, n. 26, pp. 238-39 y p. 243); y por la otra, capítulo 1, pp. 128-134.

[49] Popper, en un pasaje interesante, intenta definir la diferencia entre el método de la ameba y el de Einstein; ambos parecen utilizar el método de conjeturas y refutaciones (1963a, p. 52). Popper entiende que Einstein tiene una «actitud *más* crítica y constructiva que la ameba» (el subrayado es mío). Pienso que una solución mejor es que la ameba *no tiene un programa de investigación articulado.*

[50] Popper en alguna ocasión (y Feyerabend de forma sistemática) acentuaron la función *catalizadora* de las teorías alternativas para diseñar los llamados «experimentos cruciales». Pero las alternativas no sólo son catalizadores que después pueden ser eliminados en la reconstrucción racional, sino que son partes *necesarias* del proceso refutador (cf. cap. 1, p. 52, n. 121).

progreso está jalonado de ejemplos verificadores del exceso de contenido y no de casos refutadores [51] y la «refutación» y el «rechazo» resultan ser lógicamente independientes [52]. Popper afirma explícitamente que «antes de que una teoría haya sido refutada nunca podemos saber de qué modo debe ser modificada» [53]. Según mi punto de vista sucede más bien lo contrario: antes de la modificación no sabemos de qué modo la teoría ha sido «refutada» (si es que lo ha sido) y algunas de las modificaciones más interesantes están motivadas por la «heurística positiva» del programa de investigación y no por las anomalías [54].

e) Un meta-criterio modificado

Un oponente podría argumentar que la refutación de mi criterio no es mucho más difícil que la del de Popper. ¿Qué hay del impacto inmediato de los grandes experimentos cruciales, como el de refutación del principio de paridad? ¿Qué hay de los procedimientos lentos, pedestres y de ensayo y error que a veces preceden al anuncio de un programa de investigación importante? ¿No dictaminará en contra de mis reglas universales el juicio de la *élite* científica?

Desearía ofrecer mi respuesta en dos etapas. En primer lugar me gustaría modificar ligeramente mi meta-criterio provisional [55] previamente enunciado y, después, lo sustituiré por otro mejor.

En primer término, la ligera modificación. Si una regla universal entra en conflicto con un «juicio normativo básico» deberíamos conceder a la comunidad científica algún tiempo para que meditara sobre el conflicto: puede que abandonara su juicio particular y aceptara la regla general [56]. Estas refutaciones de «segundo orden» no deben ser apresuradas.

En segundo lugar, si abandonamos el falsacionismo ingenuo en temas de *método*, ¿por qué mantenerlo para el *meta-método...*? Es fácil disponer de una metodología de segundo orden para los programas de investigación científica.

---

[51] Cf. especialmente capítulo 1, pp. 51-53.

[52] Cf. especialmente MCE, capítulo 8, pp. 51-53, y este volumen, capítulo 1, p. 52.

[53] Popper (1963a), p. 51.

[54] Cf. especialmente capítulo 1, pp. 68-72.

[55] Cf. *arriba*, p. 189.

[56] Existe cierta analogía entre este caso y la apelación ocasional de un científico teórico contra el veredicto del jurado experimental: cf. cap. 1, pp. 59-64.

Aun aceptando que una teoría de la racionalidad debe tratar de organizar los juicios de valor básicos en sistemas universales coherentes, no es necesario rechazar inmediatamente tal sistema debido simplemente a ciertas anomalías u otras inconsistencias. Por otra parte, una buena teoría de la racionalidad debe anticipar los juicios valorativos básicos que eran inesperados a la luz de sus predecesoras, o incluso debe conducir a que se revisen los juicios de valor básicos previamente aceptados [57]. Sólo rechazamos una teoría de la racionalidad en favor de otra mejor, de otra que constituya un *cambio progresivo* en este sentido cuasi-empírico. Así, este metacriterio nuevo y menos exigente nos permite comparar lógicas de la investigación rivales y discernir el crecimiento en el conocimiento «meta-científico».

Por ejemplo, la teoría de Popper sobre la racionalidad científica no debe considerarse «refutada», simplemente porque entre en conflicto con algunos juicios básicos de los principales científicos. Por el contrario, según nuestro nuevo criterio, representa un progreso con relación a sus predecesoras justificacionistas. Y ello porque, en contra de esas predecesoras, rehabilitó el rango científico de teorías refutadas como la del flogisto, invirtiendo de este modo un juicio histórico que desplazó a ésta de la historia de la ciencia para incorporarla a la historia de las creencias irracionales. También invirtió la evaluación de la teoría del declive estelar de la década de 1920: la teoría Bohr-Kramers-Slater [58]. Para la mayoría de las teorías justificacionistas de la racionalidad la historia de la ciencia es, como máximo, una historia de los preludios precientíficos de alguna historia de la ciencia *futura* [59]. La metodología de Popper permitió al historiador interpretar como racionales un número mayor de juicios de valor básico *reales* de la historia de la ciencia: era progresiva.

Por otra parte, confío en que mi modificación de la lógica de la investigación de Popper se reconocerá también, según el criterio que he especificado, como otro avance. Parece que ofrece una explicación racional coherente de un número mayor de juicios de valor básicos aislados; en realidad ha conducido a nuevos y sorprendentes juicios

[57] Este último criterio es análogo a la «profundidad» excepcional de una teoría que entra en conflicto con algunos enunciados básicos disponibles en el momento y que, finalmente, emerge de forma victoriosa. (Cf. Popper, 1975a). El ejemplo de Popper fue la inconsistencia entre las leyes de Kepler y la teoría newtoniana que trató de explicarlas.

[58] Van der Waerden estimó que la teoría Bohr-Kramers-Slater era mala; la teoría de Popper demostró que era buena. Cf. van der Waerden (1967), p. 13 y Popper (1963a), pp. 242 y ss.; hay una discusión crítica en el capítulo 1, p. 109, nn. 291 y 292.

[59] Un ejemplo típico es la actitud de algunos lógicos modernos respecto a la historia de las matemáticas; cf. mi (1963-64), p. 3.

de valor básicos (al menos desde las perspectivas del justificacionismo y del falsacionismo ingenuo). Por ejemplo, según la teoría de Popper, es irracional retener y elaborar la teoría gravitacional de Newton tras el descubrimiento del perihelio de Mercurio; y resulta irracional desarrollar la vieja teoría cuántica de Bohr cuyos fundamentos son inconsistentes. Según mi punto de vista esos fueron desarrollos perfectamente *racionales*. Mi teoría, al contrario que la de Popper, explica que la aparición de escaramuzas de retaguardia en favor de los programas derrotados, es perfectamente racional y, por ello, origina la inversión de los juicios historiográficos habituales que ignoran tales escaramuzas en los textos de historia de la ciencia [60]. Tales escaramuzas de retaguardia fueron ignoradas tanto por las historias inductivistas como por los falsacionistas ingenuos.

De modo que el progreso de la teoría de la racionalidad está jalonado de descubrimientos históricos: de la reconstrucción de un volumen creciente de historia, impregnada de valores, como racional [61]. Esta idea puede interpretarse como la autoaplicación de mi teoría de los programas de investigación científica a un programa de investigación (no científica) relativo a las evaluaciones científicas [62].

Por supuesto, yo puedo responder fácilmente a la pregunta de cuándo abandonaría mi criterio de demarcación: cuando se proponga otro que resulte mejor según mi metacriterio. (Aún no he respondido la pregunta sobre las circunstancias en que abandonaría mi metacriterio, pero debemos parar en algún punto [63].)

Por fin, elaboraré con mayor detalle dos características de mi metodología y meta-metodología.

En primer término defiendo un enfoque primordialmente cuasiempírico en lugar del método apriorístico de Popper para el establecimiento de leyes sobre la ciencia [64]. No establezco *a priori* reglas

---

[60] Cf. capítulo 1, sección 3c).

[61] No hace falta indicar que ninguna teoría de la racionalidad puede o debe explicar toda la historia de la ciencia como racional: incluso los mejores científicos pueden dar pasos erróneos o equivocarse en sus estimaciones.

[62] De este modo la metodología de los programas de investigación puede aplicarse al conocimiento normativo, incluyendo incluso a la ética y la estética; esto superaría al enfoque cuasi-empírico (propio del falsacionismo ingenuo) analizado más *arriba*, p. 188, n. 33.

[63] Para una discusión interesante, cf. Naess (1964).

[64] De modo alternativo se puede defender que este enfoque cuasi-empírico ya está implícito en el meta-método de Popper y que yo únicamente lo hago explícito. Después de todo, el punto de partida de Popper fue definir la «ciencia» de modo que incluyera la refutada teoría newtoniana y que excluyera la astrología, el marxismo y el freudianismo, que no han sido refutados. Realmente Popper afirma en el Prefacio de su (1959a): «puesto que disponemos de muchos informes detallados sobre las dicusiones relativas al problema de si una

generales del juego, de modo que si sucediera que la historia de la ciencia violara tales reglas, tendría que pedir que el juego de la ciencia comenzara de nuevo. Las leyes deben tomar en consideración el veredicto del jurado científico si es que no se basan en él. Según la doctrina conservadora de Oakeshott y Polanyi, sólo debe existir el jurado, desembarazado de leyes escritas. Según Popper, ni siquiera el jurado (que cuenta con leyes) es suficiente. Debe existir la autoridad de la ley escrita para distinguir entre ciencia buena y mala y para orientar al jurado en los períodos en que una buena tradición corre peligro de regresión o cuando emerge una mala tradición [65]. Pero, según mi punto de vista, debe existir una autoridad dual porque la sabiduría del jurado científico no ha sido ni puede ser integrada completamente en la *ley* del filósofo. Las leyes requieren de intérpretes autorizados. Por ello me sitúo ligeramente a la derecha del Popper más liberal en materias de autonomía académica y de la autoridad de la tradición; Popper, según creo, tiene una confianza bastante ingenua en el poder de su (correcta) ley sobre el comportamiento científico y se olvida de que hasta ahora todas las «leyes» propuestas por los filósofos de la ciencia han resultado ser falsas interpretaciones generalizadas de los veredictos de los mejores científicos. Hasta el día presente el principal rasero para medir las leyes *universales* de los filósofos han sido las normas científicas aplicadas instintivamente por la élite científica a los casos particulares. El progreso metodológico aún va detrás de los veredictos científicos; el principal problema, sin embargo, es encontrar, si ello es posible, una teoría de la racionalidad que explique la racionalidad científica *real* en lugar de introducir interferencias legislativas, procedentes de la filosofía, en las ciencias más avanzadas [66].

---

teoría como la de Newton, la de Maxwell o la de Einstein deben ser aceptadas o rechazadas, podemos examinar esas discusiones de modo microscópico para que nos permitan analizar con detalle y de forma objetiva algunos de los problemas más importantes de la «creencia razonable». De este modo se puede argumentar que el meta-método de Popper era, en mi sentido, cuasi-empirista, aunque él no se percató de ello.

Kraft está muy próximo a mi enfoque metodológico cuasi-empírico (Kraft, 1925, esp. pp. 28-31). La descripción de Popper de la posición de Kraft como naturalista (Popper, 1934b, sección 10, n. 5) parece que se fundamenta en una lectura errónea de algunos pasajes ambiguos. De hecho Kraft defiende una meta-metodología que fundamentalmente *aprende* mediante el estudio de casos históricos pero de una forma normativa y crítica.

[65] El primer caso parece aplicarse a la moderna física de partículas; el último, a algunas de las escuelas principales de sociología moderna, psicología y psicología social.

[66] Puede ser que la situación esté cambiando ahora; cf. la nota anterior.

En *segundo* lugar, defiendo que la filosofía de la ciencia fundamentalmente constituye una guía para el historiador de la ciencia más bien que para el científico. Puesto que creo que las filosofías de la racionalidad van retrasadas con relación a la racionalidad científica incluso en la actualidad, me parece difícil compartir el optimismo de Popper de que una mejor filosofía de la ciencia será una ayuda considerable para los científicos [67], aunque sin duda puede ayudar (y la filosofía de Popper *ha* ayudado) a los grandes científicos cuyo juicio profesional estaba entorpecido por filosofías previas y peores.

Todo esto suscita un cúmulo de problemas sobre temas antiguos como las funciones de la autoridad, el equilibrio correcto entre la ley y el jurado y el mecanismo de cambio constitucional (en su aplicación a la ciencia). La ciencia institucionalizada no es una democracia participativa (como parecen creer algunos estudiantes, senadores americanos y miembros del Parlamento británico) [68]. La decisión científica no puede basarse en el voto mayoritario. Entonces ¿debe originarla el despotismo ilustrado? ¿Es la comunidad científica una sociedad «abierta», como entiende Popper, o una «cerrada», como defienden Polanyi y Kuhn? ¿Cómo *debe* ser? [69].

En lugar de continuar analizando estos problemas sobre los que, actualmente, la teoría de Kuhn es el centro de discusión, me ocuparé del problema de la inducción y de su relación con el problema de la demarcación.

2. Soluciones positivas y negativas del problema de la inducción: escepticismo y falibilismo

a) El juego de la ciencia y la búsqueda de la verdad

Una «lógica de la investigación» en el sentido popperiano, esto es, un sistema de evaluación de las teorías científicas, define «las reglas del juego científico» [70]. Estas reglas delimitan la ciencia con respecto a lo no científico y, en particular, a la pseudo-ciencia, ofreciendo así un *criterio de demarcación*. Pero, en un sentido, este criterio de demarcación es más humilde que la mayoría de los criterios previos. La mayoría de éstos establecían que la finalidad de la ciencia es el descubrimiento de la estructura del universo. Cada «descubrimiento» revela una pieza de esa estructura, de modo que cada movi-

[67] Cf. Popper (1959a), p. 19.
[68] Cf. MCE, capítulo 12.
[69] Cf. Watkins (1970), p. 26.
[70] Popper (1934), sección 85.

miento del «juego» se considera como un paso hacia la meta. Pero ¿cuál es la finalidad del juego científico de Popper? En el inductivismo el juego estaba estrechamente conectado y subordinado a la finalidad. En la filosofía de Popper este vínculo parece cortado. Las reglas del juego, la metodología, se mantienen sobre sus propios pies, pero esos pies reposan en el aire, sin soporte filosófico.

El problema de la inducción, como señaló Popper correctamente, era, en su origen, idéntico al problema de la demarcación. Los justificacionistas subordinaron rigurosamente las reglas del juego a la finalidad de la ciencia, al descubrimiento de la estructura del universo; un paso del juego científico era correcto sólo si se *probaba* que constituía un avance en la reconstrucción de aquella estructura o, como adujeron después con mayor modestia, si se *probaba* que era un avance verosímil (o probable) en tal dirección. Pero Popper, en la primera etapa de su filosofía, desplazó el centro de gravedad hacia el problema de la demarcación y separó éste del problema de la inducción. Solucionó el problema de la demarcación sin justificar el juego mediante su subordinación a una *finalidad* última y declaró haber solucionado negativamente (o más bien, haber disuelto) el problema de la inducción. Defendió esta última pretensión con la valiente afirmación de que el juego es autónomo, que uno no puede (ni necesita) probar que el juego realmente progresa hacia un fin: sólo podemos confiar ingenuamente en que así sea.

La clásica *Logik der Forschung* de Popper es consistente con la noción de que el juego de la ciencia se emprende por sí mismo, sin finalidades ulteriores [71]. Por supuesto, es muy claro que la respuesta *instintiva* de Popper fue que la finalidad de la ciencia era ciertamente la búsqueda de la Verdad; pero dado que en 1934 la teoría de la correspondencia estaba en decadencia, pensó que lo único que podía hacer era adoptar una actitud prudente que era enteramente escéptica en su formulación aunque no en su intención; la ciencia podía, como máximo, detectar errores de forma tentativa. Observó con orgullo que «en (su) lógica de la ciencia es posible evitar el uso de conceptos como "verdadero" y "falso"» [72]. Si la ciencia resultaba victoriosa ello sucedía por *rechazar* teorías refutadas y *acep-*

[71] Algunos amigos me objetaron que esto no era así; que la *finalidad* de la ciencia según Popper (1934) es claramente el descubrimiento de preguntas cada vez más profundas, y que la metodología de Popper se sigue de este supuesto. Yo rechazo esta objeción: el plantearse preguntas «cada vez más profundas» es *equivalente* a prohibir «estratagemas convencionalistas»; esto es, plantearse preguntas «cada vez más profundas» es una *regla* del juego; si también es su finalidad, entonces el juego tiene su finalidad en sí mismo.

[72] Popper (1934), sección 84.

tar provisionalmente teorías corroboradas [73]. El «éxito» de la ciencia sólo consistía en desenmascarar los éxitos supuestos; en realidad, «quienes no desean exponer sus ideas a los riesgos de la refutación no participan en el juego científico» [74]. Si una teoría resiste contrastaciones severas se le otorga el título honorífico de «corroborada». Pero la *única* función de una elevada corroboración es impulsar al científico ambicioso a eliminar la teoría [75]. El «progreso» científico consiste en una creciente conciencia de la ignorancia y no en el crecimiento del conocimiento. Se «aprende» sin llegar nunca a «conocer».

(Parece que Popper nunca ha comprendido completamente que en el contexto de su *Logik der Forschung* ni siquiera puede preguntar «¿qué podemos aprender con el juego de la ciencia?». No *podemos aprender* acerca del mundo ni siquiera mediante nuestros «errores»; no podemos detectar los errores epistemológicos genuinos a menos que uno posea una teoría de la verdad y una teoría sobre cómo reconocer el contenido de verdad creciente o decreciente. Por supuesto, un «falsacionista dogmático» puede aprender acerca del mundo mediante sus errores; un «falsacionista metodológico» *no puede* si no invoca algún principio de inducción, como mantendré más adelante [76].)

Para expresarme de forma más rotunda: *el criterio de demarcación de Popper nada tiene que ver con la epistemología.* Nada afirma sobre el valor epistemológico del juego científico [77]. Claro está, uno puede *creer*, con independencia de la propia lógica de la investigación, que existe el mundo externo, que existen leyes naturales e incluso que el juego científico produce proposiciones cada vez más próximas a la verdad, pero no hay nada *racional* en estas creencias meta-

[73] Toda la *Logik der Forschung* es, en un sentido importante, un tratado *pragmático*: versa sobre *aceptación* y *rechazo* y no sobre *verdad* y *falsedad.* (Pero no es *pragmatista*: no identifica la aceptación con la verdad y el rechazo con la falsedad.) En algunas ocasiones Popper se aparta de su terminología pragmático-metodológica y cae, ciertamente sin pretenderlo, en el lenguaje del falsacionismo dogmático. (Sobre este concepto cf. capítulo 1, p. 22 y ss.) Por ejemplo, en su *Sociedad abierta* describe el fin principal de su *Logik der Forschung* con estas palabras: «Nunca podemos establecer racionalmente la verdad de las leyes científicas; todo lo que podemos hacer es... eliminar las falsas.» (Volumen II, p. 363; el subrayado es de este estupefacto autor.)

[74] Popper (1934), sección 85.

[75] Popper (1959a), p. 419.

[76] Sobre los términos falsacionismo «dogmático» y «metodológico», cf. mi 1968c, y el captíulo 1.

[77] Esto es característico del criterio de demarcación del «falsacionismo metodológico». Por otra parte, el criterio de demarcación del falsacionismo dogmático es auténticamente epistemológico (sobre los dos criterios, cf. cap. 1, páginas 20-46).

físicas; son simples creencias animales. No hay nada en la *Logik der Forschung* con lo que deba estar en desacuerdo el escéptico más radical.

La rehabilitación de Tarski de la teoría de la correspondencia de la verdad fue conocida por Popper después de la publicación de la *Logik der Forschung*. Cuando tal cosa sucedió, cambió de modo radical el tono general de la filosofía de la ciencia de Popper. Estimuló a Popper a complementar su lógica de la investigación con su propia teoría de la verosimilitud y la aproximación a la verdad, un logro maravilloso tanto por su sencillez como por su capacidad de solucionar problemas [78]. Por primera vez resultó posible definir el *progreso* incluso para una secuencia de teorías falsas; tal secuencia resulta progresiva si aumenta su contenido de verdad o, como propuso Popper, su verosimilidud (contenido de verdad menos contenido de falsedad). Pero esto no es suficiente: debemos *reconocer* el progreso. Ello puede conseguirse fácilmente mediante un principio inductivo que conecte la metafísica realista con las evaluaciones metodológicas, la verosimilitud con la corroboración, y que reinterprete las reglas del «juego científico» como una teoría (conjetural) sobre los *indicadores* del *crecimiento del conocimiento;* esto es, sobre los indicadores de la *creciente verosimilitud de nuestras teorías científicas* [79]. Las «reglas» de Popper ya no son obedecidas por sí mismas; las victorias científicas ya no son simples victorias en un juego; incluso son algo más que simples señalizaciones de errores y sustituciones de teorías erróneas por otras de contenido superior; ahora resultan ser los supuestos jalones de nuestra aproximación hacia la Verdad. (El famoso «tercer requisito» de Popper, introducido en este mismo artículo, también puede considerarse con relación a esta perspectiva: las *corroboraciones* de las teorías principales, y no las constantes denuncias de fracasos, se convierten en señales de éxito) [80].

Como resultado, el tono de la discusión de Popper del *escepticismo* ha cambiado de forma importante desde 1960. Antes de 1960

[78] Cf. «Truth, rationality and the Growth of Scientific Knowledge»; es el capítulo 10 de su (1963a).

[79] La expresión «crecimiento del conocimiento científico» aparece de modo característico como subtítulo de la *chef d'oeuvre* de su filosofía posterior. En su (1934) pretendió que el problema principal de la filosofía es el análisis crítico de la apelación a la autoridad de la experiencia (sección 10). Pero en el nuevo prefacio de la edición inglesa de 1959 afirma que «el problema central de la epistemología siempre ha sido, y es aún, el crecimiento del conocimiento». Hay un cambio importante entre el negativismo de 1934 y el tono optimista del Prefacio de 1958.

[80] Para una discusión crítica detallada y las correspondientes referencias, cf. MCE, capítulo 8, pp. 235-43.

nunca dijo nada sobre el escepticismo, ni distinguió entre escepticismo y falibilismo. Pero desde 1960 Popper se ha orientado *hacia* el optimismo epistemológico. Ahora distingue de forma consistente entre escepticismo y falibilismo, y ciertamente su famoso primer *Addendum* de la cuarta edición de su *Sociedad abierta* consiste casi exclusivamente en una diatriba contra el escepticismo. Aun cuando en su metodología las *decisiones* desempeñan un papel vital [81], ahora está explícita y firmemente en contra de interpretarlas como «saltos en el vacío». Tal interpretación constituiría una exageración y una dramatización excesiva [82], una complicación sin objeto [83]. «No procede la desesperación filosófica —escribe— porque *podemos* tener éxito en la tarea de llegar a conocer tanto el mundo maravilloso en que vivimos como a nosotros mismos; aunque somos falibles descubrimos, sin embargo, que nuestros poderes de comprensión son, de modo sorprendente, casi adecuados para esta tarea, más adecuados de lo que podríamos concebir en nuestros sueños más aventurados [84].»

Para algunos seguidores de Popper esto sonó como una traición a todo lo que Popper había representado: parecía romper con la esencia misma de su *Logik der Forschung* [85].

Pero la *Logik der Forschung* sólo puede entenderse de modo adecuado a la luz del giro tarskiano de Popper. Porque ahora comprendemos por qué Popper no había ofrecido una solución positiva del problema de la inducción en 1934. El principal logro de su *Logik der Forschung* fue probar que el problema de la demarcación puede ser resuelto sin necesidad de ningún «principio inductivo» que, a su vez, sólo podría fundamentarse en alguna teoría satisfactoria de la verdad. Este fue un éxito muy importante. Pero después de que se ha resuelto el problema de la demarcación *de esta forma autónoma*, hay que volver a establecer el vínculo entre el juego de la ciencia, por una parte, y el crecimiento del conocimiento por la otra. Cuando se acepta el cambio popperiano del problema, la demarcación y la

---

81 Por esto lo denominé «convencionalismo revolucionario»; cf. capítulo 1, p. 33.

82 Popper (1962), pp. 380-81.

83 *Ibid.*, p. 383.

84 *Ibid.*, p. 382.

85 Agassi acusó a Popper de realizar una maniobra «verificacionista» (cf. Agassi, 1959; para la réplica de Popper, consúltese Popper, 1963a, p. 248, n. 31). Más tarde Agassi trató de atribuir a Popper el extraño punto de vista de que la corroboración puede guiarnos en nuestra «elección» aunque sólo podemos «aprender» mediante las refutaciones (Agassi, 1969). También Feyerabend parece entender que la corroboración no desempeña una función real en la ciencia, o proceso de aprender mediante la experiencia (cf. Feyerabend, 1969b; también cf. más arriba, p. 192, n. 44).

inducción se convierten en problemas separados y la solución del segundo resulta ser un corolario posiblemente trivial de la solución del primero. Pero no debemos olvidar el resto. La solución positiva del problema de la inducción consiste en que el juego científico, tal como lo desarrollan los grandes científicos, es la mejor forma conocida de aumentar la verosimilitud de nuestro conocimiento, de aproximarnos a la Verdad; el indicador de la verosimilitud creciente es el grado creciente de corroboración. Estoy convencido de que si la teoría de la verdad de Tarski hubiera aparecido en 1925 (y si Popper hubiera llegado a la noción de contenido de verdad y verosimilitud en 1930) Popper hubiera comenzado su *Logik der Forschung* con esta solución positiva del problema de la inducción. Pero como la noción de verdad era confusa en la década de 1920 y como en aquella época no conocía los resultados de Tarski, formuló las reglas científicas exclusivamente en los términos pragmáticos de aceptación y rechazo. Lo hizo de forma tan inteligente que confundió a quienes trataron de mostrar que tenía que estar presente esa idea intuitiva oculta bajo la forma de un principio inductivo enmascarado [86]. En la terminología de mi *El problema cambiante de la Lógica Inductiva,* Popper consiguió fundamentar la «aceptabilidad$_1$» y la «aceptabilidad$_2$» (sus evaluaciones metodológicas) y hacerlas lógicamente independientes de la «aceptabilidad$_3$» [87]. Pero desde un punto de vista filosófico, y como dije antes, tales fundamentos flotaban en el vacío sin el apoyo de una metafísica conjetural «inductiva» subyacente. Las evaluaciones metodológicas de Popper son interesantes básicamente debido al *supuesto inductivo* oculto de que si uno las acata, tiene una probabilidad superior de aproximarse a la Verdad que de otro modo. El valor del exceso de corroboración es que indica que los científicos *pueden* estar acercándose a la verdad, del mismo modo que el valor de los pájaros que revoloteaban sobre el barco de Colón era que indicaban que los descubridores *podían* estar aproximándose a tierra firme [88].

De este modo, si disponemos de la teoría de la verosimilitud, podemos poner en relación las evaluaciones metodológicas con las evaluaciones epistemológicas genuinas. Las evaluaciones metodológi-

---

86 Por ejemplo, J. O. Wisdom y Ayer argumentaron que sólo un principio de inducción puede impedir que se defiendan teorías refutadas con la esperanza de que las refutaciones concluirán; sólo un principio inductivo puede explicar nuestra creencia en que las teorías refutadas seguirán siendo refutadas. He probado que estos autores se equivocan. Cf. MCE, cap. 8, pp. 244-45.

87 Tal es el mensaje de la sección 79 de Popper (1934).

88 Debemos añadir una pizca de sal a la analogía: era fácil refutar a Colón cuando, a la vista de los pájaros, infería la proximidad de tierra; no es fácil refutar mi «principio inductivo».

cas son *analíticas* [89], pero sin una interpretación *sintética* carecen de auténtica significación epistemológica, siguen formando parte de un puro juego. Hay que hacer una nueva interpretación, *sintética,* de las evaluaciones metodológicas de Popper, y ello con la ayuda de un principio inductivo; debe haber una «aceptación$_3$» basada en la «aceptación$_1$» y en la «aceptación$_2$» [90].

Sólo tal solución positiva del problema de la inducción puede separar el falibilismo constructivo del escepticismo y de sus nefastas consecuencias como el relativismo, el irraciònalismo y el misticismo. Sin embargo, Popper, tras haber suministrado los instrumentos para tal solución positiva en la forma de su teoría de la verosimilitud, no llegó a establecer de forma clara y explícita una solución positiva del problema (popperiano) de la inducción; esto es, del problema del valor epistemológico de su lógica de la investigación.

b) Alegato contra Popper en defensa de una brizna de «inductivismo»

Popper no ha explorado enteramente las posibilidades creadas por su giro tarskiano. Aunque ahora habla abiertamente sobre las ideas metafísicas de verdad y falsedad, aún no afirma de modo inequívoco que las evaluaciones positivas de su juego científico puedan interpretarse como una señal (conjetural) de crecimiento del conocimiento conjetural; que la corroboración sea una medida de verosimilitud «sintética» (aunque conjetural). Aún insiste en que «la ciencia a menudo se equivoca y puede ser que la pseudociencia tropiece con la verdad» [91]. Aunque lanza sermones muy optimistas sobre el conocimiento humano [92] cuando se trata de hacer un enunciado preciso, restringe su «optimismo» a la tesis del escepticismo clásico: «Soy realista en metafísica y optimista en epistemología porque defiendo que puede aumentar la aproximación a la verdad (verosimilitud) de nuestras teorías científicas; tal es el modo en que aumenta nuestro conocimiento» [93]. Por supuesto, un escéptico puede mantener *creencias* realistas; del enunciado según el cual «la verosimilitud de nuestras teorías científicas *puede* aumentar» sólo se sigue que nuestro conocimiento *puede* aumentar sin que lo sepamos. *Si tal es el caso, el nuevo falibilismo de Popper no es sino el escepticismo junto con una apología del juego de la ciencia.* La teoría popperiana de la verosimi-

---

[89] Para referencias cf. *abajo,* p. 210, n. 108.
[90] Cf. MCE, capítulo 8, pp. 233-43.
[91] Popper (1968c), p. 91.
[92] Cf. más *arriba,* p. 203.
[93] Popper (1968c), p. 93.

litud sigue siendo una teoría lógico-metafísica sin relación alguna con la epistemología.

No es sorprendente por ello que, como afirma Watkins, «al discutir críticamente la epistemología de Popper (normalmente tropecemos con) la sospecha de que en lugar de solucionar el problema de la elección racional entre hipótesis rivales, su metodología conduzca al más completo escepticismo» [94].

La réplica de Watkins es sorprendentemente lúcida y merece ser reproducida enteramente:

«Muchos filósofos que han abandonado la esperanza de que sean ciertos cualquiera de nuestros enunciados empíricos sobre el mundo externo, se aferran tenazmente a la esperanza de que, al menos, algunos de ellos son menos inciertos que otros. Tales filósofos tienden a caracterizar el *escepticismo* como la tesis según la cual *todos los enunciados empíricos sobre el mundo externo son igualmente inciertos.* Utilizaré la abreviatura ST_1 para referirme a esta (primera) tesis "escéptica". Pues bien, la filosofía de Popper es escéptica en el sentido de ST_1; en ese sentido el escepticismo me parece inevitable» [95].

Y Watkins continúa:

«Los filósofos que confían no en las certidumbres, sean absolutas o relativas, sino en la argumentación racional y en la crítica, preferirán denominar "escepticismo" a la tesis de que "nunca tenemos razones suficientes para preferir un enunciado empírico sobre el mundo externo a otro". Utilizaré la abreviatura ST_2 para referirme a esta segunda tesis escéptica. ST_1 y ST_2 en modo alguno son equivalentes. ST_2 implica ST_1 (en el supuesto de que si una hipótesis fuera menos incierta que otra, ello *constituiría,* a igualdad de circunstancias, una razón para preferirla). Pero ST_1 no implica ST_2; pueden existir razones, no relacionadas con la certeza relativa, para preferir una con relación a la otra. Los científicos empíricos no pueden confiar en tener buenas razones para preferir una hipótesis explicativa particular a las (infinitas) alternativas *posibles* de la misma. Pero a menudo tienen buenas razones para preferir una de las varias hipótesis rivales que, de hecho, han sido propuestas. La metodología de Popper se ocupa de este problema: ¿cómo podemos evaluar racionalmente a una hipótesis como mejor que las otras examinadas y cómo tendría que ser una hipótesis futura para que fuera aún mejor que ésta?» [96].

Pero las «*buenas razones* para preferir un enunciado empírico sobre el mundo externo a otro» se establecen en el criterio de demarcación de Popper, en sus reglas del juego de la ciencia. La preferencia sólo es un concepto pragmático *en el contexto* de este juego.

[94] Watkins (1968), pp. 277-78.
[95] *Ibid.*
[96] Ibid., p. 279.

Tal preferencia sólo puede incorporar una significación epistemológica con ayuda de un *principio* adicional, sintético *inductivo (o si se quiere, cuasi-inductivo)* que de algún modo establecería la superioridad epistemológica de la ciencia con relación a la pseudo-ciencia. Tal principio inductivo debe fundamentarse en alguna correlación entre el «grado de corroboración» y el «grado de verosimilitud». Pero tanto las posiciones de Popper como la de Watkins son ambiguas acerca de si es posible interpretar sintéticamente el grado de corroboración. Por ejemplo, Watkins afirma: «Podemos tener buenas razones para pretender que una hipótesis particular h_2 está más próxima a la verdad que una hipótesis rival h_1» [97]. Pero esto contradice su afirmación previa de que h_1 y h_2 son *igualmente* inciertas, a menos que utilice las expresiones «igualmente inciertas» y «más próxima a la verdad» en el sentido, propio de Pickwick, según el cual podemos tener buenas razones para defender que h_2 está más cerca de la verdad que h_1, aun cuando ambas son igualmente inciertas [98]. Tales paradojas son inevitables para el filósofo que intenta lo imposible: luchar contra el escepticismo desde una posición escéptica.

Realmente, y en tiempos recientes, Popper suele quejarse de que algunos de sus críticos estiman que sólo es un negativista, que es «voluble con relación a la búsqueda de la verdad y adicto a la crítica estéril y destructiva y a la defensa de nociones claramente paradójicas» [99]. La respuesta de Popper es tan hermosa como inconvincente:

> «Esta descripción errónea de nuestro punto de vista se origina, en gran parte, en la adopción de un programa justificacionista y en el equivocado enfoque subjetivista de la verdad que ya he descrito. El hecho es que yo también considero que la ciencia es la búsqueda de la verdad, y que, al menos desde Tarski, ya no temo afirmarlo. Realmente sólo con relación a esta meta, el descubrimiento de la verdad, podemos afirmar que aunque somos falibles, confiamos en aprender de nuestros errores. Sólo la idea de verdad nos permite hablar, con sentido, de errores y de crítica racional, lo que hace posible la discusión racional, es decir, la discusión crítica en busca de errores con el propósito serio de eliminar tantos como sea posible, para aproximarnos más a la verdad. La noción misma de error y de falibilidad implica la idea de una verdad objetiva como regla a la que podemos ajustarnos imperfectamente. (En este sentido, la idea de verdad es una idea *reguladora.)*»

Ni una palabra de este texto indica cómo reconocer los *indicios* de que nos aproximamos a la Verdad; nada va más allá de afirmar

---

97 *Ibid.,* p. 280.

98 Esta inconsistencia también está presente en el famoso capítulo de Popper (1963a). Cito a Watkins sólo porque su exposición es muy clara.

99 Popper (1963a), p. 229.

que debemos participar *seriamente* en el juego de la ciencia con la *esperanza* de aproximarnos más a la verdad. Pero ¿es que Pirrón o Hume objetaban a la «seriedad» o al mantenimiento de esperanzas?

Para una mayor dilucidación de este tema examinaré brevemente la crítica popperiana de la inducción.

Popper es correctamente reputado como el azote de la inducción. Pero como ya señalé tiempo atrás [100], en la campaña anti-inductivista de Popper se deben distinguir, al menos, tres temas lógicametne independientes.

i) En primer término está la campaña contra la *lógica inductivista de la investigación.* Se trata de la doctrina de Bacon según la cual la investigación sólo es científica si es *guiada* por los hechos y no *extraviada* por la teoría. El científico debe comenzar por expurgar su mente de teorías (o más bien, prejuicios); entonces la naturaleza se convertirá en un libro abierto [101]. Esta doctrina ya fue combatida por racionalistas como Descartes y Kant, pero incluso ellos diferenciaron entre teorías erróneas deformadoras y sólidos principios *a priori* cuya intuición puede reconocerse como correcta. El método de conjeturas libres, creativas y de contrastaciones empíricas se desarrolló por etapas, desde Whewell y Bernard, a través de Peirce y, finalmente, de los bergsonianos, hasta conseguir claridad y fuerza únicas en el «criterio de demarcación» de Popper, que diferenció este método de investigación y de progreso científico tanto con relación a la recopilación inductiva de datos como con respecto a la especulación «metafísica». En esta campaña Popper consiguió un triunfo definitivo no sólo desde un punto de vista intelectual sino también socio-psicológico: entre filósofos de la ciencia, al menos, el método baconiano ya sólo es considerado seriamente por los más provincianos y menos cultos. En esta línea también propuso una teoría *positiva* sobre las funciones de la especulación y de la experiencia para el crecimiento de la ciencia [102], pero esa no era la última palabra sobre el tema y creo que yo he avanzado algunos pasos más [103].

---

[100] Cf. MCE, capítulo 8, pp. 255 y ss.

[101] Este método puede asociarse, como en el caso de Descartes, con una teoría intuitivo-psicológica de una lógica inductiva acrecentadora de contenido. Pero se puede intentar prescindir de tal lógica y buscar algunos principios inductivos universales que conviertan la lógica inductiva en un sistema deductivo. Sobre este programa referente a la reconstrucción deductiva de la inducción, cf. Max Black (1967), pp. 174 y ss.

[102] Cf. su (1963a) pp. 42-6. Sin embargo, Popper no insiste en que no puede existir una teoría puramente empírica del proceso de aprendizaje. Antes de estudiar la psicología del aprendizaje debemos ponernos de acuerdo en una demarcación *normativa* entre aprender y ser adoctrinado. Cf. cap. 1, p. 54, n. 127.

[103] Cf. capítulo 2, especialmente sección 2b.

ii) El segundo frente en que Popper atacó fue el programa de una lógica inductiva probabilística *a priori* o teoría de la confirmación. Este programa postula que es posible asignar (con la certeza de la lógica) a cualquier par de proposiciones un «grado de confirmación» que caracteriza el respaldo empírico que la segunda proposición confiere a la primera. La función obedece a los axiomas del cálculo de probabilidades. El corazón del programa es la construcción de una meta-ciencia *apriorística* (mediante la definición de una función de distribución para un número finito o enumerablemente infinito de estados posibles del universo) que permite computar funciones de confirmación. De este modo la certeza se desplaza desde la ciencia de lo real a la meta-ciencia de lo posible, lo que, a su vez, suministra una teoría de la confirmación probada para la ciencia. Este programa fue creado por los filósofos de Cambridge (Johnson, Broad, Keynes) y sus defensores más persistentes e influyentes han sido Hans Reichenbach y luego Rudolf Carnap [104]. También en esta campaña Popper obtuvo una victoria completa, aunque la «lógica inductiva», desplegando todas las características de un programa de investigación degenerado, aún es (en términos sociológicos) una industria en expansión [105].

(Una debilidad de esta segunda parte de la campaña anti-inductivista de Popper fue su determinación de conseguir con un solo golpe una victoria definitiva y notoria, bien mostrando que el enfoque de Carnap era inconsistente, o mostrando que *si* era posible la lógica inductiva, entonces la virtud de una teoría radicaba en su improbabilidad y no en su probabilidad de acuerdo con la evidencia. No comprendió que la lucha contra un programa de investigación [en este

[104] Carnap confundió el problema filosófico debido a su convicción de que todas las proposiciones verdaderas *a priori* han de ser analíticas; por ello el principio inductivo debe ser analítico. Esta confusión fue analizada por Nagel y por Popper (para las referencias, cf. MCE, cap. 8, p. 216, n. 123).

[105] Es importante comprender que la introducción de un principio inductivo otorga a la «inducción» una estructura deductiva (cf. *arriba*, p. 203, n. 81). Por ejemplo, Victor Kraft propuso, en 1925, tal enfoque deductivista. Es incorrecto pretender (como hace Feyerabend en su 1963) que este es el punto de vista que finalmente adoptó Popper. Victor Kraft en su inmerecidamente olvidado (1925) puede que anticipara a Popper en muchas cuestiones, pero *no* en su anti-inductivismo radical. En su trabajo, Kraft propuso, en contra de la falsa exposición de Feyerabend, que un supuesto inductivo puede suministrar una expectativa para el futuro «lógicamente justificada» (p. 253) y señaló que, por eso, su posición difería de modo importante de la de Hume (pp. 254-55). (Por cierto, según Feyerabend «el mismo Popper se refiere a Kraft como uno de sus predecesores». Esto no es cierto: En la *Logik der Forschung* hay dos referencias a Kraft y ambas son críticas.) En la actualidad Kraft aún propone un principio inductivo que, de ser introducido, haría a la ciencia completamente «deductiva» (Kraft, 1966).

caso, un programa no empírico], consistente en demostrar su regresión y en desarrollar un programa rival, no puede constituir un proceso rápido. Confío en que también en este caso mi desarrollo de su ataque contribuya a clarificar algunos problemas.)

Pero el segundo frente de la campaña anti-inductivista de Popper puede ser interpretado en un sentido más exigente. Se puede pretender que se dirige contra *cualquier* principio inductivo metafísico infalible *a priori*, sea o no probabilístico, que pudiera servir para aplicar una métrica probada al campo de los enunciados científicos [106].

Aún se producen lógicas no probabilísticas de la confirmación (en algunos casos con gran brillantez) por filósofos de la ciencia que comprendieron los argumentos de Popper contra la lógica de probabilidades, pero no su mensaje más general [107].

iii) No es tan fácil diferenciar el tercer frente de la campaña anti-inductivista de Popper. Se trata de su negativa, tácita pero obstinada, a aceptar *cualquier* principio inductivo sintético que conecte las evaluaciones *analíticas* de las teorías que realiza Popper (como el contenido y la corroboración) con la verosimilitud [108]. Pero ¿por qué debemos excluir de la racionalidad a un principio inductivo *conjetural?* ¿Por qué relegar la aplicación de la ciencia a su función «animal», «biológica»? [109]. *En este caso* el magistral argumento de Popper contra un principio de inducción justificacionista (esto es, que conduce bien a una regresión infinita o al apriorismo [110]) es inválido; el poderoso argumento de Popper sólo se aplica a un principio que sirviera como premisa de una función de medición *probada* de verosimilitud (local en un sentido espacio-temporal) (una como los grados de corroboración de Popper). Un principio inductivo conjetural sólo sería inaceptable para el dogmático-escéptico [111], para quien la combinación de falta total de prueba y rotunda aceptación indica simplemente la presencia de una creencia animal. Para el escéptico pesimista humea-

---

106 Popper estaba tan preocupado por luchar contra las medidas de confirmación *a priori y probabilísticas* que al menos en una ocasión parece haber titubeado en su actitud contraria a las medidas *a priori y no probabilísticas;* cf. MCE, capítulo 8, pp. 259 y ss.

107 Hintikka, L. J. Cohen, y posiblemente Levi, pueden ser mencionados aquí.

108 Popper y, tras él, Agassi y Watkins, han interpretado el «grado de corroboración» como una evaluación estrictamente tautológica (Para referencias, cf. MCE, cap. 8, pp. 252-53, esp. p. 253, n. 209, y p. 255, n. 219). Esta interpretación apoya mi análisis de la tercera campaña anti-inductivista de Popper.

109 Popper (1934), sección 85.

110 Popper (1934), sección 1.

111 Sobre la «unidad dialéctica» del dogmatismo y del escepticismo como dos polos del justificacionismo, cf. Popper (1963a), p. 228 y también mi (1970b) y MCE, capítulo 8.

no ese es el final del camino; para el optimista dogmático kantiano se trata de un «escándalo filosófico» que debe corregirse. Pero para el falibilista popperiano, para quien la metafísica conjetural puede ser, al menos en principio, evaluada racionalmente, no *debería* constituir causa ni de la resignación escéptica ni del apriorismo [112]. Sólo una metafísica conjetural análoga que conecte la corroboración con la verosimilitud separaría a Popper de los escépticos y establecería su punto de vista, en palabras de Feigl, «como un *tertium quid* entre las epistemologías de Hume y de Kant» [113].

En 1966-7 mantuve largas discusiones con Popper sobre estos temas y me beneficié inmensamente de ellas. Pero me quedó la impresión de que tal vez nunca nos entenderíamos sobre lo que yo llamé «el tercer frente de su campaña anti-inductivista» *y ello no porque nuestro desacuerdo fuera demasiado grande sino porque es muy pequeño.* La diferencia entre el escepticismo total y el humilde falibilismo es tan pequeña que a menudo uno cree estar involucrado en una simple discusión verbal: ¿debemos considerar que el principio inductivo que yo defiendo [114] es una «especulación racionalmente mantenida» de la que incluso puede entenderse que ha sido muy débilmente «vindicada», o debemos considerar que se trata de una tenaz «creencia animal» condicionada en la lucha darwiniana por la super-

---

[112] Parece que Victor Kraft se aproximó mucho a esta posición. Condenó el escepticismo de Hume que «niega la racionalidad a la ciencia empírica y la caracteriza como un fenómeno tan irracional como la creencia en el paraíso o en los demonios» (1925), p. 208. Rechazó la idea de que «el conocimiento general sobre la realidad no tenga más validez que como conjetura» (p. 255). Por otra parte, se opuso al apriorismo kantiano y señaló que la misma pregunta de Kant [¿Cómo es posible una ciencia (infalible)?] supone la existencia de una ciencia infalible. De hecho, señala Kraft, la ciencia es falible y por ello el problema desaparece. «A partir de ahí podemos tratar de reconstruir la ciencia como carente de fundamentos, libre y enteramente arbitraria» (p. 31). Por supuesto, este es el paso que hay entre Kant y Le Roy (cf. cap. 1, pp. 32 y ss.). Pero en este punto, y lamentablemente, Kraft introduce la «simplicidad» como criterio de *validación* (1925, pp. 257-58) e incluso afirma la *validez absoluta* de los enunciados básicos (p. 253).

[113] Feigl (1964), p. 47.

[114] En mi (1968b) contrasté mi falible «principio metafísico» con los principios inductivos que entonces entendí que eran infalibles *por definición.* Adopté esta terminología para no ofender a Popper sobre una cuestión puramente semántica y para defender la pretensión de que él había destruido *todas* las clases posibles de principios inductivos (consúltese MCE, cap. 8, p. 250). Ahora he cambiado mi terminología dado que el mismo Popper ha comenzado a hablar de una solución positiva del problema de la inducción (cf. más *abajo,* p. 214, n. 121); ciertamente no hay nada equivocado en mantener una terminología (como «principio inductivo») que cuenta con una larga tradición, incluso después de que un problema ha sido tan radicalmente modificado como resultó el de la inducción en manos de Popper.

vivencia? Al final de mi *Cambios en el problema de la lógica inductiva* inserté una sección breve de tres páginas sobre «La oposición de Popper a la aceptabilidad$_3$» (consúltese MCE, capítulo 8). Me temo que se trata de una sección bastante trivial. Porque aunque entendí que en mi extensa y pedante discusión de la «aceptabilidad$_3$» ofrecía una solución nueva y *positiva* del viejo problema de la inducción, tal «solución» era muy poca cosa. Una solución resulta interesante sólo si está incorporada a un programa de investigación importante o si origina uno de ellos: si da origen a nuevos problemas y, eventualmente, a nuevas soluciones. *Pero tal cosa sólo sucedería si el principio inductivo fuera enunciado con la riqueza suficiente como para que con él fuera posible criticar nuestro juego científico.* Mi principio inductivo intenta explicar por qué participamos en el «juego» de la ciencia. Pero lo hace de un modo *ad hoc,* sin capacidad para modificar situaciones o, si se quiere, para modificar juicios de valor básicos. Las explicaciones *ad hoc* están muy cerca de las puras transformaciones lingüísticas, aunque también puede suceder que constituyan expresiones felices que sugieren y refuerzan desarrollos posteriores. Tales desarrollos metafísicos fueron prohibidos por Popper cuando severamente anunció que «en cuanto a la lógica inductiva, yo no creo que existe. Hay, claro está, una lógica de la ciencia pero que forma parte de una lógica deductiva aplicada; la lógica de la contrastación de teorías, o la lógica del crecimiento del conocimiento [115]». Por el contrario, yo defiendo que la «lógica del crecimiento del conocimiento» *debe* incluir, además de la teoría *lógico-metafísica* de Popper sobre la verosimilitud, *alguna* teoría especulativa *genuinamente epistemológica* que conecte los criterios científicos con la verosimilitud.

Entiendo que es la actual anemia de la metafísica conjetural inductiva lo que hace que Popper se resista a considerarla, y yo comprendo su punto de vista [116]. Con todo, aunque tanto las evaluaciones «tautológicas» como los principios inductivos metafísicos son

---

[115] Popper (1968c), p. 139.

[116] Yo acepto que desgraciadamente los «principios inductivos» que utilizan evaluaciones metodológicas (como la corroboración de Popper o mis evaluaciones de los cambios de problema) como medidas tentativas de verosimilitud, son irrefutables. Sólo Dios puede apreciar la discrepancia entre la verosimilitud y la evaluación científica de nuestras mejores teorías. Ese es el argumento básico en favor del escepticismo de Popper.

(El principio real, tal como fue presentado en la discusión de la «aceptación$_3$» en MCE, capítulo 8, es bastante complicado. Ahora preferiría enunciarlo de este modo: en general la metodología de los programas de investigación científica es más adecuada para aproximarse a la verdad en nuestro universo real que cualquier otra metodología; cf. este volumen, cap. 2.)

igualmente irrefutables, hay una enorme diferencia filosófica entre interpretar como tautológica una evaluación e interpretarla como metafísica. *Porque esta elección, como ya he indicado, es la elección entre el escepticismo, con una solución puramente negativa del problema de la inducción y el falibilismo, con una solución positiva, por el momento muy débil.* Al negarse a aceptar un principio metafísico de inducción «débil», Popper no consigue separar el racionalismo del irracionalismo, una luz débil de la oscuridad total. Sin tal principio las «corroboraciones» y «refutaciones» de Popper y mi «progreso» y «regresión» no son sino títulos honoríficos otorgados en un juego [117]. Con una solución positiva del problema de la inducción, por débil que sea, las teorías metodológicas de la demarcación pueden dejar de ser convenciones arbitrarias para transformarse en metafísica racional.

Popper, por supuesto, puede replicar que también esta solución positiva es una convención arbitraria. El racionalista desea una solución positiva del problema de la inducción y, por ello, postula una. Como indica Russell: «El método de postular aquello que deseamos tiene muchas ventajas: las mismas que tiene el robo con relación al trabajo honrado [118].»

Y sin embargo, ¿por qué habríamos de ser más escépticos sobre tales postulados metafísicos de lo que lo somos acerca de los enunciados básicos «aceptados»? ¿Por qué no extender el firme convencionalismo popperiano desde la aceptación (sin convicción) de algunos enunciados singulares en el sentido espacio-temporal hasta una aceptación análoga de ciertos enunciados universales (pertenecientes a mis «núcleos firmes») e, incluso, más allá, hasta la aceptación de algún principio inductivo conjetural débil? ¿Por qué debe atribuir Popper un alto rango científico-racional (aunque no epistemológico, como ya he indicado) a enunciados absurdos tales como «nada puede adoptar una velocidad superior a la velocidad de la luz», o «existe una atracción entre dos masas distantes» cuando califica de «creencia animal» a un enunciado plausible como «la física tiene una verosimilitud superior a la de la astrología»? ¿Por qué se ha de aceptar un enunciado «básico» pero no un enunciado «metafísico» cuando no existe una alternativa seria?

De este modo el tercer frente de la campaña anti-inductivista de Popper conduce a la teoría irracionalista de Hume relativa a la acción

[117] Como indica Feigl: «Precisamente el problema es mostrar qué es lo que nos capacita para usar descripciones honoríficas» (Feigl, 1964, p. 49).

[118] Russell (1919, p. 71).

humana práctica y a la ciencia aplicada [119]. En realidad, sólo una solución positiva del problema de la inducción puede salvar al racionalismo popperiano del anarquismo epistemológico de Feyerabend [120].

Por fin deseo afirmar que aunque realmente creo que mi crítica de la solución de Popper del *problema de la demarcación* es un paso adelante genuino en la misma tradición que él estableció para la «lógica de la investigación científica», no pienso que mi «crítica» de la «solución» de Popper del *problema de la inducción* sea más que un intento de hacer explícitas tanto las implicaciones de su propia teoría de la verosimilitud para el problema de la inducción, como la diferencia epistemológica entre el escepticismo clásico y su falibilismo. Confío en que acepte mis modificaciones sobre ambos temas [121].

---

119 Existe, naturalmente, una alternativa: elaborar una teoría racional de la acción práctica que sea independiente de la racionalidad científica. Hay huellas de este enfoque en Popper y fue explícitamente defendido por Watkins. De este modo Popper y Watkins, defensores eminentes de la *weltanschauung* científica, llegaron a una posición en que es una anomalía que la ciencia oriente nuestra vida (cf. MCE, cap. 8, pp. 253 y ss.).

120 Pienso que la transformación de Feyerabend desde el Feyerabend$_1$ popperiano hasta el anarquista amado por la *New Left* (Feyerabend$_2$) se debe a su adopción de una interpretación radicalmente escéptica de la filosofía de la ciencia de Popper. Mi análisis también explica la incertidumbre de Popkin sobre si Popper es o no es un escéptico (cf. Popkin, 1967, p. 458).

121 Me alegró saber, por el mismo Popper, que como respuesta a mi (1968b) ha insertado un breve *Addendum* en la página 226 de su (1969). En ese texto afirma: «El problema lógico-metodológico de la inducción no es irresoluble, pero en mi libro ha sido solucionado de modo negativo: a) *Solución negativa.* No podemos justificar nuestras teorías como verdaderas o probables. Esta solución es compatible con la siguiente; b) *Solución positiva. Podemos justificar* la elección de ciertas teorías en razón de su corroboración, esto es, teniendo en cuenta el estado actual de la discusión racional sobre las teorías rivales desde el punto de vista de su verosimilitud.»

Esta es la primera vez en que Popper menciona una solución «positiva» del problema de la inducción. Esta «solución positiva» consiste, simplemente, en que fundamentemos nuestras conjeturas relativas a la verosimilitud de distintas teorías, en una comparación de sus grados de corroboración. (Por supuesto, para esta tarea Popper necesitaría mi versión *corregida* del grado de corroboración, que asigna grados positivos de corroboración o de «aceptabilidad$_2$», incluso a teorías refutadas: MCE, cap. 8, pp. 236-37. Más aún, afirma que esto también soluciona *«el problema práctico de la inducción»:* adoptamos la hipótesis que parece tener una verosimilitud superior. A esto lo denomina una elección arriesgada pero racional.)

Pero ni siquiera el Addendum de Popper clarifica completamente los problemas que he suscitado. De una cuidadosa lectura del texto se deduce que Popper aún no ha comprendido que la «solución positiva» que ahora propugna implica la existencia de un principio inductivo sintético. Aún no se ha retractado de su pretensión de que su grado de corroboración sea *analítico.* Pero si tal es el caso, necesita de un principio *sintético* adicional que convierta esta función de medida analítica en una función sintética estimadora de la verosimilitud. Sigue existiendo

(*Añadido* en 1971): Popper ha publicado ahora un artículo importante sobre inducción para clarificar su posición sobre este tema. Secciones amplias de Popper (1971) consisten en respuestas a mí (1968b) (reimpreso en el capítulo 8 MCE) y a este artículo.

Me parece interesante el que, en *ciertas cuestiones de importancia menor,* Popper haya aceptado mis sugerencias anteriores. Por ejemplo, ahora identifica la audacia con la ausencia de carácter *ad hoc;* esto es, con el exceso de contenido y no con el contenido [122]. Además, ha abandonado su doctrina, defendida de modo tenaz durante mucho tiempo, de que el grado de corroboración de una teoría no refutada no puede ser menor que el grado de corroboración de cualquiera de sus consecuencias [123]; se ha desplazado radicalmente hacia la posición resumida en mi *El apoyo teórico de las predicciones y el apoyo empírico de las teorías* [124]. Desgraciadamente, en el único caso en que Popper se refiere explícitamente a mi obra, me cita erróneamente: afirma que yo «sospecho que la atribución real de cifras a (su) "grado de corroboración", de ser posible, convertiría (a su teoría) en inductivista en el sentido de la teoría probabilística de la inducción». Popper «no ve razones por las que esto debiera suceder» [125]. Tampoco yo las veo: no afirmé tal cosa en las páginas 410-12 de mi artículo, a las que remito al lector, ni afirmé nada parecido en ningún otro lugar.

Sobre el tema fundamental: la inducción, no hay nada nuevo en Popper (1971) [126]. Su crítica de un alegato en favor del principio inductivo [127] deja intacto mi argumento en defensa de tal principio.

---

una inconsistencia no resuelta entre una «solución positiva» genuina (esto es, metafísica) del problema de la inducción y el tercer frente de su campaña anti-inductivista.

[122] Popper (1971), p. 181; cf. MCE, cap. 8, p. 233.

[123] Cf. e. g. Popper (1959a), p. 270, y Watkins (1964), p. 98.

[124] MCE, cap. 8, sec. 7.

[125] Popper (1971), p. 184, n. 23.

[126] Repite su conocida tautología de que «puesto que tenemos que elegir, es "racional" elegir la teoría más contrastada». Esto es «racional» en el sentido más obvio del término: la teoría más contrastada es la que a la luz de nuestra *discusión crítica* parece ser la mejor disponible, y no conozco nada más racional que una discusión crítica bien desarrollada (p. 188). Esta insistencia en que el juego de la ciencia no requiere de una racionalidad extra-metodológica le lleva a desanimar a los epistemólogos: «Ninguna teoría del conocimiento debería intentar explicar por qué tenemos éxito en nuestros intentos de explicar las cosas» (p. 189). Entonces, ¿qué debería intentar explicar una teoría del conocimiento?

[127] Cf. especialmente los dos últimos párrafos de la sección 12 de su (1971), p. 195.

Capítulo 4

¿POR QUE SUPERO EL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE COPERNICO AL DE TOLOMEO? *

Introducción

En primer lugar desearía excusarme por abrumarles con una disertación filosófica con motivo del quinto centenario del nacimiento de Copérnico. Mi excusa es que hace ya algunos años sugerí un método específico para utilizar la historia de la ciencia como árbitro apto para dilucidar las discusiones sobre filosofía de la ciencia, y entiendo que la revolución copernicana, en particular, puede ser un importante instrumento de contrastación de algunas filosofías de la ciencia contemporáneas.

Me temo que, en primer lugar, debo explicar, muy sucintamente, los problemas filosóficos a los que me refiero y también el procedimiento mediante el que la crítica historiográfica puede ayudarnos a resolver algunos de ellos.

El problema fundamental de la filosofía de la ciencia es la evaluación normativa de las teorías científicas y, en especial, el estable-

* Este artículo lo escribió Lakatos con Elie Zahar en 1972-73. Se publicó por primera vez en Lakatos y Zahar (1976a). Lakatos explica del modo siguiente la historia del mismo: «Esta conferencia la pronuncié inicialmente en el Simposio del V Centenario de Copérnico, organizado por la Asociación Británica de Historia de la Ciencia, que se celebró el 5 de enero de 1973.» El artículo es fruto del esfuerzo combinado de los dos autores, aunque Lakatos utilice la primera persona en el texto del mismo. Las versiones previas fueron comentadas críticamente por Paul Feyerabend y John Worrall. (Editores.)

cimiento de las condiciones *universales* que hacen científica a una teoría. Este último es un caso límite del problema de la evaluación y suele conocerse en filosofía como el *problema de la demarcación* al que le otorgó una dramática importancia el Círculo de Viena y en especial Karl Popper, quien deseaba mostrar que algunas teorías supuestamente científicas, como el marxismo y el freudianismo, son pseudocientíficas y, por ello, en modo alguno superiores a la astrología, por ejemplo. Este problema no carece de importancia y aún queda mucho por hacer para que sea resuelto. Por sólo mencionar un ejemplo de importancia secundaria: el asunto Velikovsky ha revelado que a los científicos no les resulta fácil ennumerar unos criterios que sean comprensibles para el profano (o para ellos, como me recuerda mi amigo Paul Feyerabend) y con los que sea posible defender la racionalidad de rechazar una teoría que *pretende* constituir un logro científico revolucionario.

Este problema de la evaluación es del todo diferente del que se refiere a las causas por las que aparecen nuevas teorías y al modo en que éstas emergen. La evaluación del cambio es un problema normativo y por ello un tema para la filosofía; la explicación del cambio (de las aceptaciones y rechazos reales de las teorías) constituye un problema psicológico. Doy por supuesta la demarcación kantiana entre «la lógica de la evaluación» y la «psicología del descubrimiento». Los intentos de difuminarla no han acabado sino en retórica vacía [1].

El problema general de la demarcación está estrechamente vinculado con el de la racionalidad de la ciencia. Su solución debe indicarnos en qué circunstancias es racional o irracional la aceptación de una teoría científica. Por el momento no existe un criterio universalmente aceptado mediante el que podamos decir si fue racional o no el rechazo de la teoría copernicana por la Iglesia en 1616, o el de la genética mendeliana que realizó el Partido Comunista Soviético en 1949. (Por supuesto, confío en que todos nosotros estemos de acuerdo en que tanto la prohibición del *De Revolutionibus* como el *asesinato* de los mendelianos fueron acciones deplorables.) O bien se puede mencionar un ejemplo contemporáneo: es un tema muy debatible si es racional el actual rechazo, protagonizado por americanos supuestamente liberales, de la aplicación de la genética a la inteligencia, realizada por Jensen y otros [2]. (Sin embargo podemos convenir

---

[1] Este texto sólo se ocupa del aspecto normativo del tema indicado en el título. No se intenta abordar un estudio socio-psicológico de la revolución copernicana.

[2] Según Urbach (Urbach, 1974) es irracional. Con todo, y tanto si Urbach tiene razón como si no la tiene, la decisión de la Universidad de Stanford de no permitir al Premio Nobel Shockley dar clases sobre raza e inteligencia es tan

en que incluso si se decidiera que una teoría debe ser rechazada, esta decisión no debería llevar aparejados riesgos físicos para sus defensores pertinaces, y que («nada) debe ser condenado sin haberlo entendido, sin haberlo estudiado o sin siquiera haberlo oído» [3].)

1. Exposiciones empiristas de la «Revolución Copernicana»

Comencemos por definir la expresión «Revolución Copernicana». Incluso en un sentido descriptivo tales términos han sido aplicados con ambigüedad. Frecuentemente se interpretan como la aceptación por el «gran público» de la creencia de que el Sol y no la Tierra es el centro de nuestro sistema planetario. Pero ni Copérnico ni Newton creían tal cosa [4]. En cualquier caso, los *cambios* de una creencia popular a otra no forman parte del objeto de la historia de la ciencia en sentido estricto. Por el momento olvidémonos de creencias y estados mentales y consideremos únicamente los *enunciados* y sus contenidos objetivos (en el sentido de Frege y Popper; en el del «tercer mundo» [5]). En particular consideremos la Revolución Copernicana como la hipótesis de que la Tierra se mueve alrededor del Sol en lugar de suceder al revés; o, con mayor precisión, como la hipótesis de que el marco fijo de referencia del movimiento planetario lo constituyen las estrellas fijas y no la Tierra. Esta interpretación la mantienen principalmente quienes defienden que las unidades apropiadas para la evaluación son las hipótesis aisladas (en lugar de los programas de investigación o los «paradigmas») [6]. Examinemos sucesivamente diferentes versiones de este enfoque y veamos cómo fracasan cada una de ellas.

En primer término discutiré los puntos de vista de aquellos autores que atribuyen la superioridad de la hipótesis copernicana a simples consideraciones empíricas. Estos «positivistas» son inductivistas, probabilistas o falsacionistas.

Según los *inductivistas estrictos* una teoría es mejor que otra si fue deducida a partir de los hechos, mientras que eso no sucede con la teoría rival (en otro caso ambas teorías son simples especulaciones y tienen el mismo valor). Pero hasta el inductivista más convencido

---

sorprendente como la decisión de la Universidad de Leeds de negarle el título de Doctor Honorario en Ingeniería porque lord Boyle y Jerry Ravetz (un brillante investigador de Copérnico) pensaban que Shockley defendía una teoría contraria a la llamada doctrina «liberal».

[3] Galileo (1615).

[4] Cf. e. g. Price (1959), pp. 204-05.

[5] Cf. e. g. Popper (1972), en especial caps. 3 y 4.

[6] Cf. más *abajo;* secciones 3, 4 y 5.

se ha mostrado cauto al aplicar este criterio a la Revolución Copernicana. No se puede pretender que Copérnico dedujo el heliocentrismo de los hechos. En realidad ahora se acepta que tanto la teoría de Copérnico como la de Tolomeo eran inconsistentes con los resultados observacionales conocidos [7]. Sin embargo, muchos famosos investigadores, como Kepler, afirmaron que Copérnico obtuvo sus resultados «a partir de los fenómenos, de los efectos, de las consecuencias, como un ciego que afianza sus pasos por medio de un bastón» [8].

El inductivismo estricto fue considerado seriamente y criticado por muchos autores, desde Bellarmino a Whewell, y finalmente destruido por Duhem y Popper [9], aunque ciertos científicos y filósofos de la ciencia como Born, Achinstein y Dorling aún creen en la posibilidad de deducir o inducir válidamente las teorías a partir de hechos (¿seleccionados?) [10]. Pero el declinar de la lógica cartesiana y en general, de la lógica psicologista, y la emergencia de la lógica de Bolzano y Tarski decretó la muerte de la «deducción a partir de los fenómenos». *Si las revoluciones científicas consisten en el descubrimiento de nuevos hechos y en las generalizaciones válidas a partir de los mismos, entonces no existió una Revolución (científica) Copernicana.*

Ocupémonos ahora de los *inductivistas probabilistas*. ¿Pueden explicar por qué la teoría de Copérnico sobre los movimientos celestes era mejor que la de Tolomeo?... Según los inductivistas probabilistas una teoría es mejor que otra si tiene una probabilidad superior con respecto a la evidencia total disponible en el momento. Conozco varios intentos (no publicados) de calcular la probabilidad de las dos teorías dados los datos disponibles en el siglo XVI para mostrar que

---

7 Sobre esta cuestión citaré una fuente con predicamento: «La teoría de Ptolomeo no es muy exacta. Las posiciones de Marte, por ejemplo, en ocasiones se desviaban hasta casi 5.º... Pero... las posiciones planetarias predichas por Copérnico... eran casi igualmente malas» (Gingerich, 1972). Kepler conocía este error y se quejó de él en su prefacio a las Tablas Rudolfinas. Incluso lo conocía Adam Smith como se advierte en su (1799). (El *Ensayo* de Smith se escribió antes de 1773, fecha en que lo menciona en una carta a David Hume. Gingerich también nos recuerda que «en los libros de observaciones de Tycho se encuentran algunos ejemplos en que el esquema antiguo basado en las Tablas Alfonsinas suministraba predicciones superiores a las que podían obtenerse con las Tablas Pruténicas copernicanas (Gingerich, 1973; cf. en especial su n. 6 en el mismo artículo).

8 Kepler (1604). Jeans describe la idea de la Tierra en movimiento como el «teorema» de Copérnico (1948, p. 359), y pretende que Copérnico había probado su afirmación *(ibid.,* p. 133).

9 Cf. MCE, cap. 8, y este volumen, cap. 3.

10 Cf. Born (1949), pp. 129-34; Achinstein (1970) y Dorling (1971).

la de Copérnico era más probable. Todos estos intentos han fracasado. Me dicen que en la actualidad John Dorling trata de elaborar una nueva teoría bayesiana de la Revolución Copernicana. Fracasará. *Si las revoluciones científicas consisten en proponer una teoría científica que es mucho más probable, dada la evidencia disponible, entonces no existió una Revolución (científica) Copernicana.*

La filosofía falsacionista de la ciencia puede ofrecer dos criterios independientes para probar la superioridad de la teoría de Copérnico sobre los movimientos celestes [11]. Según su versión, la teoría de Tolomeo era irrefutable (esto es, pseudocientífica) y la de Copérnico era refutable (o sea, científica). Si ello fuera cierto tendríamos una buena razón para identificar la Revolución Copernicana con la Gran Revolución Científica: constituiría la sustitución de la especulación irrefutable por la ciencia refutable. Según esta interpretación la heurística de Tolomeo era inherentemente *ad hoc;* podía acomodar cualquier hecho nuevo aumentando el cúmulo incoherente de epiciclos y ecuantes. Por otra parte, la teoría copernicana se interpreta como empíricamente refutable (al menos «en principio»). Esta es una reconstrucción histórica bastante dudosa: la teoría copernicana puede utilizar perfectamente cualquier número de epiciclos sin dificultades. El mito de que la teoría de Tolomeo incorporaba un número indefinido de epiciclos que podían ser manipulados para acomodar cualquier observación planetaria, es un mito inventado tras el descubrimiento de las series de Fourier. Como Gingerich descubrió hace poco tiempo, esta analogía entre «epiciclos sobre epiciclos» y el análisis de Fourier, no fue percibido ni por Tolomeo ni por sus sucesores. En realidad la reconstrucción de las Tablas Alfonsinas realizada por Gingerich prueba que para los cálculos auténticos los astrónomos judíos del rey Alfonso utilizaban una teoría de epiciclo único.

Otra versión del falsacionismo pretende que ambas teorías fueron durante mucho tiempo igualmente refutables. Eran rivales mutuamente incompatibles y permanecían irrefutadas; sin embargo, finalmente, algún tardío experimento crucial refutó a Tolomeo y corroboró a Copérnico. Como dice Popper, «el sistema de Tolomeo no fue refutado cuando Copérnico elaboró el suyo..., es en estos casos cuando los experimentos cruciales resultan de una importancia decisiva» [12]. Pero mucho antes de Copérnico era notorio que el sistema de Tolomeo (en cualquiera de sus versiones) estaba refutado y repleto de anomalías. Popper construye la historia para que encaje con su falsacio-

[11] Sobre un tercer criterio, cf. más *abajo*, p. 225.

[12] Popper (1963a, p. 246). Popper, ignorando a Tycho, piensa que las fases de Venus decidieron la cuestión en favor de Copérnico.

nismo ingenuo. (Por supuesto, *ahora* [en 1974] él puede distinguir entre simples anomalías, que no refutan, y experimentos cruciales, que sí lo hacen. Pero esa estrategia general *ad hoc* que utilizó para responder a mis críticas [13] no le servirá para caracterizar en términos generales a los supuestos «experimentos cruciales».) [14] Como hemos visto la pretendida superioridad de las Tablas Pruténicas de Reinhold con relación a las Alfonsinas no pudo constituir la contrastación crucial. ¿Y las fases de Venus descubiertas por Galileo en 1616? ¿No pudo ser esa la contrastación crucial que mostró la superioridad de Copérnico? Entiendo que tal respuesta podría ser enteramente razonable de no ser por el mar de anomalías en que se debatían ambos rivales. Las fases de Venus pueden haber establecido la superioridad de la teoría de Copérnico sobre la de Tolomeo, y si tal cosa sucedió, ello haría aún más horrible la decisión católica de prohibir la obra de Copérnico en el momento mismo de su victoria. Pero si aplicamos el criterio falsacionista a la cuestión de decidir cuándo superó la teoría de Copérnico no sólo a la de Tolomeo sino también a la de Tycho Brahe (que era muy conocida en 1616), entonces el falsacionismo sólo suministra una respuesta absurda: *ello sucedió en 1838* [15]. El descubrimiento de la paralaje estelar por Bessel fue el experimento crucial entre ambas. Pero no podemos pretender que el abandono de la astronomía geocéntrica por toda la comunidad científica sólo pudo defenderse *racionalmente* después de 1838. Este punto de vista requiere premisas fuertes, y carentes de plausibilidad, de tipo sociopsicológico, para explicar el repentino abandono de la teoría de Tolomeo. En realidad el posterior descubrimiento de la paralaje estelar tuvo pocas consecuencias. El descubrimiento se realizó pocos años después de que el libro de Copérnico fuera retirado del *Index* debido a que la teoría copernicana había resultado probada [16]. Johnson se equivoca cuando escribe:

---

[13] Cf. sección 6 y mi (1974d), n. 49.

[14] En realidad, si un «falsador potencial» popperiano debe interpretarse como trascendente o intrascendente de acuerdo con la opinión de los científicos eminentes, toda la filosofía de la ciencia de Popper se viene abajo.

[15] *No* en 1723, cuando ocurrió un «experimento crucial» sobre la aberración de la luz.

[16] Esto recuerda la historia del papel desempeñado en la revolución óptica por la determinación de la velocidad de la luz en medios ópticamente más densos que el aire. Antes del trabajo de Fresnel, tanto los teóricos corpusculares como los de las ondas estaban de acuerdo en que el descubrimiento de la velocidad de la luz en el agua, por ejemplo, constituiría el elemento decisivo en el debate. Pero cuando los datos de Foucault y Fizeau aparecieron en la década de 1850 y, aparentemente, éstos favorecían a la teoría de las ondas, tuvieron un efecto escaso: el debate ya había sido resuelto (cf. Worrall, 1976b).

«El hecho en el que se debe insistir una y otra vez es que no existían medios mediante los que pudiera verificarse por observación la validez del sistema planetario copernicano hasta que, casi tres siglos más tarde, se crearon instrumentos aptos para medir la paralaje de la estrella fija más próxima. Durante este intervalo de tiempo la verdad o falsedad de la hipótesis copernicana debía ser una cuestión científica indecidida [17].»

Algo debe estar mal en la explicación falsacionista. Este es un ejemplo típico del modo en que la historia de la ciencia puede erosionar una filosofía de la ciencia; si la racionalidad científica es la falsacionista entonces una parte excesiva de la historia real de la ciencia es irracional [18]. *Si una revolución científica consiste en la refutación de una teoría importante y en su sustitución por una teoría no refutada, entonces la Revolución Copernicana sucedió en 1838 (en el mejor de los casos).*

2. El simplicismo

Según el convencionalismo las teorías se aceptan por convención. Es cierto que, con ingenio suficiente, podemos acomodar los hechos en *cualquier* marco conceptual. Esta posición bergsoniana es lógicamente impecable [19], pero conduce al relativismo cultural (una posición adoptada tanto por Bergson como por Feyerabend) a menos que se complemente con un criterio que permita afirmar si una teoría es mejor que otra (aunque ambas teorías sean equivalentes desde el punto de vista observacional). La mayoría de los convencionalistas tratan de evitar el relativismo y adoptan alguna variante del *simplicismo.* Utilizo este desagradable término para referirme a las metodologías según las cuales no es posible decidir entre teorías mediante procedimientos empíricos: una teoría es mejor que otra si es más sencilla, más «coherente», más «económica» que su rival [20].

La primera persona que afirmó que el mérito principal del hallazgo de Copérnico era el haber producido un sistema más simple y, *por ello,* mejor que el de Tolomeo, fue, por supuesto, el mismo

---

[17] Johnson (1959, p. 220). El error de Johnson se agudiza al confundir verificación y verdad. Parece ser que Watkins también mantiene, en su crítica de Kuhn (excelente, por otra parte), que la rivalidad entre los copernicanos y sus adversarios fue resuelta mediante el experimento crucial de 1838 (Watkins, 1970).

[18] En los capítulos 2 y 3 se encuentran las nociones fundamentales de una teoría general sobre el modo en que la historia de la ciencia sirve para contrastar las «reconstrucciones racionales» filosóficas de la misma.

[19] Cf. cap. 1, pp. 33-34 y p. 132.

[20] Cf. cap. 1, pp. 34-35.

Copérnico. Si en aquel momento su teoría hubiera sido observacionalmente equivalente (desde el punto de vista de la cinemática celeste) a la de Tolomeo, ello sería comprensible [21]. Rhetico y Osiander adoptaron el mismo punto de vista y también Brahe estimó que había alguna razón en esta pretensión. La superior simplicidad de la teoría de Copérnico referente a las órbitas celestes se convirtió en un hecho de la historia de la ciencia que no fue disputado desde Galileo hasta Duhem: lo único que Bellarmino puso en duda fue la inferencia adicional que convierte la impresionante simplicidad en Verdad. Por ejemplo, Adam Smith, en su hermoso ensayo *Historia de la Astronomía,* defendió la superioridad de la hipótesis copernicana con el argumento de la «belleza superlativa de su simplicidad» [22]. Rechazó la noción inductivista de que las tablas copernicanas eran más precisas que sus predecesoras tolemaicas y negó que tal fuera el fundamento de la superioridad de la teoría copernicana. Según Adam Smith las nuevas y exactas observaciones eran igualmente compatibles con el sistema de Tolomeo. La ventaja del sistema copernicano radica en el «grado superior de coherencia que suministró a las apariencias celestes, en la simplicidad y uniformidad que introdujo en las direcciones reales y en las velocidades de los planetas» [23].

Pero la mayor simplicidad de la teoría copernicana era un mito comparable al de su mayor precisión. El mito de la mayor simplicidad fue destruido por el trabajo profesional y cuidadoso de los historiadores modernos, quienes nos recuerdan que si la teoría copernicana soluciona ciertos problemas de forma más simple que la teoría de Tolomeo, el precio de tales simplificaciones es la aparición de complicaciones inesperadas en la solución de otros problemas [24]. El sistema copernicano es ciertamente más sencillo porque prescinde de ecuantes y de algunas excéntricas, pero cada ecuante y cada excéntrica eliminada tiene que ser sustituida por nuevos epiciclos y epiciclos menores. El sistema es más sencillo porque hace inmóvil la esfera octava de las estrellas fijas y elimina sus dos movimientos tolemaicos; pero Copérnico paga la inmovilidad de la esfera octava con la transferencia de sus irregulares movimientos tolemaicos a la corrupta Tierra, a la que se le atribuye un giro oscilante bastante complicado; además, Copér-

---

21 Esta «equivalencia observacional» es, en realidad, un gran mito simplicista; cf. más *abajo,* p. 225. Hay que recordar que Copérnico estimaba que la simplicidad superior suministraría, *eo ipso,* mejores tablas astronómicas; esto es, conduciría a la reproducción de un *número mayor* de fenómenos. Por tanto, no creía en la «equivalencia observacional» de su teoría con la de Tolomeo.

22 Smith (1773, p. 72).

23 *Ibid.,* p. 75.

24 Cf. e. g. Kuhn (1957) y Ravetz (1966a).

nico se ve obligado a situar el centro del universo no en el Sol, como inicialmente pretendía, sino en un punto vacío próximo al Sol.

Creo que se puede afirmar con justicia que los sistemas de Tolomeo y de Copérnico están aproximadamente equilibrados por lo que a simplicidad se refiere. La situación queda reflejada en la observación de Solla Price según la cual el sistema de Copérnico era «más complicado pero más económico» [25] y también en la de Pannekoek: «la nueva estructura del mundo, a pesar de la simplicidad de sus aspectos generales, era extremadamente compleja en los detalles» [26]. De acuerdo con Kuhn la explicación de Copérnico de los aspectos cualitativos de los principales problemas que afectan al movimiento planetario (por ejemplo, el movimiento retrógrado) es mucho más nítida, mucho «más económica» que la de Tolomeo, «pero esta economía aparente... (sólo) es una victoria propagandística... (y de hecho) en buena parte constituye una ilusión» [27]. Cuando se entra en detalles «el sistema completo (de Copérnico)... tiene la misma o casi la misma complejidad que el de Tolomeo». Como indica sucintamente «Copérnico introdujo un cambio a la vez grande y extraordinariamente pequeño» [28]. Aunque la teoría copernicana tiene una mayor «armonía estética», ofrece una explicación más «natural» de los rasgos básicos de los cielos y tiene menos supuestos *ad hoc*, es, en definitiva, «un fracaso..., ni más exacta ni apreciablemente más simple que sus predecesoras tolemaicas» [29]. Según Ravetz la «esfera de las estrellas dotadas de un movimiento irregular» en el sistema de Tolomeo aportó «una medida fundamental del tiempo (como) un movimiento a lo largo de una órbita de movimiento irregular». De acuerdo con Ravetz esto es «*estrictamente incoherente*», pero si esta irregularidad del movimiento de las estrellas se transfiere al movimiento de la Tierra, como sucede en el sistema de Copérnico, se consigue una astronomía «coherente» [30]. Pero si tal es el caso la coherencia parece residir en los ojos del observador. La simplicidad parece que depende de los gustos subjetivos de cada uno [31]. *Si el incremento dramático de simplicidad en teorías observacionalmente equivalentes es lo que distingue a las revoluciones científicas, entonces la Revolución Copernicana no puede ser considerada como una*

25 Price (1959, p. 216). Según Price, Copérnico «*aumentó* la complejidad del sistema (tolemaico) sin acrecentar la exactitud» (el subrayado es mío).

26 Pannekoek (1961), p. 193.

27 Kuhn (1957), p. 169.

28 Kuhn (1957), p. 133.

29 *Ibid.*, p. 174.

30 Ravetz (1966b).

31 El argumento más hermoso en defensa de esta afirmación se encuentra en las pp. XVI-XVII de Santillana (1953). Un vistazo es suficiente para advertirlo.

de ellas (aunque algunas personas como Kepler entendieron que su superioridad se debía a la bella armonía que introdujo)[32].

Volvamos al falsacionismo popperiano. Popper pone mucho acento en los experimentos cruciales y, en este sentido, es un empirista de acuerdo con mi terminología. El Hombre propone y la Naturaleza dispone. Pero al mismo tiempo propone una nueva clase de simplicismo; afirma que incluso antes de que la Naturaleza disponga, deberíamos considerar a una teoría como mejor que su rival si tiene un contenido falsable superior, mayor número de falsadores potenciales[33]. Desde que Popper ofreció en 1934 su criterio de falsabilidad como explicación de la «simplicidad»[34], su *Lógica de la investigación científica* debe ser considerada como una nueva y original especie de simplicismo. En este sentido, por tanto, y especialmente en su interpretación realista[35], la teoría copernicana puede haber sido superior a la de Tolomeo en 1543, incluso aunque ambas fueran observacionalmente equivalentes en aquel momento.

Pero las dos teorías no eran observacionalmente equivalentes. Los simplicistas normalmente aceptan con *demasiada* facilidad que las teorías rivales que están evaluando son equivalentes bien desde un punto de vista lógico o en algún otro sentido estricto, de tal modo que parece más plausible la pretensión de que es la simplicidad y no los hechos la circunstancia llamada a decidir. La idea convencionalista de que las teorías de Tolomeo y Copérnico *tienen que ser equivalentes en algún sentido estricto* es habitual entre «simplicistas»; después de todo aceptan el convencionalismo, pero quieren escapar de sus implicaciones relativistas. Esta idea ha sido defendida por Dreyer, los Halls, Price, Kuhn y otros[36]. Hanson tiene razón cuando afirma, al criticar estas nociones, que «la teoría de Copérnico no es más simple que la de Tolomeo en ningún sentido habitual del término "simpli-

---

[32] Sobre las razones por las que Kepler *creía* preferir la teoría de Copérnico a la de Tolomeo y a la de Brahe, cf. Westman (1972). Por qué la prefería, de hecho, es más difícil de decir.

[33] Reforzó su empirismo con este «tercer requisito» (yo lo llamé «aceptabilidad$_2$»; cf. MCE, cap. 8, pp. 233 y ss.

[34] Popper (1953, cap. VII).

[35] Cf. Feyerabend (1964), un excelente artículo perteneciente a su período cuasi-popperiano. Agassi defiende que la teoría de Copérnico no tenía superioridad empírica; en realidad, Agassi mantiene que Copérnico «no consiguió mostrar que su sistema era mejor que el de Tolomeo, ni, mucho menos, refutarlo».

[36] Para una crítica de las exageraciones de Dreyer, los Halls, Price y Kuhn, cf. Hanson (1973, pp. 200-20). También él exagera la simplicidad («sistematicidad») como se desprende de sus argumentos y de algunas afirmaciones absurdas como la siguiente: «(Copérnico), como Newton después, y como Aristóteles antes, no reveló ningún hecho nuevo ni los buscó» *(ibid.,* p. 87).

cidad"», pero él mantiene, sin embargo, su «Línea de equivalencia visual» [37].

3. Las exposiciones de Polanyi y Feyerabend de la Revolución Copernicana

Todas las filosofías que hemos discutido hasta ahora se basan en criterios de demarcación universales. Según tales filosofías *todos* los cambios fundamentales de la ciencia pueden ser explicados utilizando el *mismo* criterio único de valor científico. Pero ninguna de ellas ha conseguido ofrecer una explicación clara y aceptable de las razones por las que la teoría geocéntrica era inferior al *De Revolutionibus*, de Copérnico. El fracaso de los «demarcacionistas» en la solución de este problema (y de otros problemas) ha llevado a una situación en que algunos científicos, si no todos, y muchos filósofos de la ciencia niegan que pueda existir cualquier criterio de demarcación de validez universal o un sistema de evaluación para juzgar las teorías científicas. El más influyente defensor contemporáneo de este punto de vista es Polanyi, para quien es utópica la búsqueda de un criterio de racionalidad universal. Para decidir qué es científico y qué es pseudocientífico o qué teoría es mejor y cuál es peor, podemos contar con la jurisprudencia pero no con un Código. Es el Tribunal de los científicos el que decide en cada caso separado y nada irá mal con tal sistema mientras la ciencia goce de autonomía (y *eo ipso* el Tribunal sea independiente). Si Polanyi está en lo cierto, la negativa de la *Royal Society* a patrocinar la filosofía de la ciencia es del todo razonable: no se debe permitir que los ignorantes filósofos de la ciencia *juzguen* las teorías científicas; esa tarea corresponde a los científicos. La *Royal Society* está, por supuesto, dispuesta a conceder ayudas financieras a los *historiadores* de la ciencia que *describen* la actividad científica en términos de progresos triunfales [38].

Según Polanyi, en cada caso particular de rivalidad entre dos teorías científicas se debe dejar que el impreciso *Fingerspitzengefuhl* (la expresión favorita de Holton) de los grandes científicos decida cuál es mejor. Son esos científicos quienes saben de forma «tácita» cómo irán las cosas. Polanyi escribe sobre las

[37] Hanson (1973, pp. 212 y 233). En un descuido Hanson escribió en su manuscrito «Tolemaica» en lugar de «Copernicana» y el editor del artículo póstumo no advirtió o no corrigió el error.

[38] La *Royal Society* concede ayuda económica a la Historia de la Ciencia, pero no a la Filosofía de la Ciencia.

«expectativas que los copernicanos reafirmaban cuando defendían con pasión, contra fuertes presiones, que la teoría heliocéntrica no sólo era una forma adecuada de describir las órbitas planetarias, sino que era realmente cierta; y ello durante los ciento cuarenta años anteriores a la fecha en que Newton lo probara» [39].

Por supuesto, estas «expectativas» (al contrario de una conjetura sencilla) no pueden ser precisadas y puestas a disposición de los profanos. Parece que Toulmin mantiene un punto de vista similar sobre la Revolución Copernicana [40]. Lo mismo puede decirse de Kuhn. Kuhn afirma que

«para los astrónomos la elección inicial entre el sistema de Copérnico y el de Tolomeo sólo podía depender de los gustos de cada uno, y las cuestiones referentes a los gustos son las más difíciles de definir y debatir. Con todo, y como indica la misma Revolución Copernicana, estas cuestiones no carecen de importancia. *Un oído acostumbrado a discernir la armonía geométrica* podía descubrir una nueva nitidez y coherencia en la astronomía centrada en el Sol de Copérnico, y si tal nitidez y coherencia no hubiera sido reconocida puede que no se hubiera producido una revolución» [41].

Según una exposición *posterior* de Kuhn [42], la astronomía tolemaica ya se hallaba en 1543 en un estado de «crisis del paradigma» que constituye el preludio inevitable de cualquier «revolución» científica; esto es, conversión masa: «El estado de la astronomía tolemaica era un escándalo público antes de que Copérnico propusiera un cam-

---

[39] Polanyi (1966), p. 23. Cf. también su (1958), *passim*.

[40] Entiendo que el texto que sigue corrobora lo que acabo de decir: «Si Kepler y Galileo optaron en favor del nuevo sistema heliostático de Copérnico, sus razones para proceder de tal modo fueron mucho más específicas, variadas y sofisticadas que las que apuntan términos tan imprecisos como «simplicidad» o «conveniencia»; especialmente al principio, la teoría copernicana era, en muchos sentidos, bastante menos simple y adecuada que el tradicional análisis tolemaico. Cuando consideramos los cambios conceptuales entre teorías físicas sucesivas, la racionalidad que buscamos no es un asunto puramente formal, como la articulación puramente interna de un sistema matemático, ni tampoco un asunto puramente pragmático de utilidad o conveniencia. Sólo podemos comprender los fundamentos de esa racionalidad si apreciamos el modo en que, en la práctica, se aplican por primera vez las teorías sucesivas y los conjuntos de conceptos y el modo en que, posteriormente, son modificados con el desarrollo histórico de la actividad intelectual relevante» (Toulmin, 1972, p. 65).

[41] Kuhn (1957), p. 177 (el subrayado es mío). Para una crítica general de esta postura de Polanyi, cf. cap. 3, p. 198, y mi (1974d, p. 372).

[42] La posición de Kuhn referente a la Revolución Copernicana cambió radicalmente desde el simplicismo esencialmente internalista de su (1957) hasta el sociologismo radical de (1962) y (1963).

bio básico de la teoría astronómica, y el Prefacio en que Copérnico describió sus motivos para realizar la innovación constituye una descripción clásica de los períodos de crisis»[43]. Pero ¿cuántos, además de Copérnico, sintieron la presencia de esas crisis en la comunidad? Después de todo, en el tiempo de Copérnico no existía una comunidad científica desarrollada. Y si Kuhn estima que todo su análisis de las revoluciones científicas se aplica al caso de Copérnico, ¿por qué tan pocos científicos subieron al tren de Copérnico antes de que lo hicieran Kepler y Galileo?

Según Kuhn no existe un criterio *explícito* mediante el cual pueda afirmarse que el sistema de Copérnico es superior al de Tolomeo. Pero la élite científica, dotada de un esotérico e impreciso «oído para la armonía geométrica» o de una psique sensitiva a las crisis, podía estimar qué teoría era mejor. Sin embargo, parece que tan pronto como se entra en detalles la explicación de Kuhn no es menos problemática que las explicaciones de los demarcacionistas. Se ve obligado a inventar una «crisis» socio-intelectual en la élite científica que trabajaba con el paradigma tolemaico en el siglo XVI y después, un repentino cambio hacia el copernicanismo. *Si éstas son condiciones necesarias para una revolución científica, entonces la Revolución Copernicana no fue una revolución científica.*

En opinión de Feyerabend era de esperar el fracaso de los demarcacionistas y de los «elitistas». El brillante líder del relativismo cultural entiende que el sistema de Tolomeo sólo era un conjunto de creencias, y el de Copérnico, otro distinto. Los seguidores de Tolomeo tuvieron sus éxitos, y los copernicanos, los suyos; al final, los copernicanos lograron una victoria propagandística. Citemos el resumen de su postura que realiza Westman:

«Tenemos dos teorías, la copernicana y la ptolemaica: ambas suministran predicciones fiables, pero la primera contradice las leyes y los hechos aceptados de la física terrestre contemporánea. La creencia en el éxito de la nueva teoría no puede basarse en supuestos metodológicos porque ningún conjunto de tales principios puede garantizar nunca la corrección de una teoría cuando ésta acaba de ser creada; tampoco existe, en un principio, ningún respaldo fáctico. Por ello,

[43] Kuhn (1963, p. 367). Para Kuhn una «crisis» *debe* preceder a una revolución exactamente igual que para un falsacionista ingenuo una refutación debe preceder a una nueva conjetura. No es sorprendente que Kuhn escriba que existe una «evidencia histórica inequívoca» de que el «estado de la astronomía tolemaica era un escándalo antes del anuncio de Copérnico» (Kuhn, 1962, pp. 67-68). Gingerich (1973) demostró que Kuhn se saca de la manga un escándalo donde no hubo ninguno. (Por su supuesto, un programa de investigación progresivo, en mi sentido, no tiene por qué ser precedido por la degeneración de su rival.)

la aceptación de la teoría copernicana resulta ser una cuestión de creencias metafísicas [44].»

Según Feyerabend, *nada más puede decirse*. La explicación de Feyerabend es mucho más difícil de destruir que la de cualquier otro. En realidad es posible que, al final, tengamos que admitir que la adopción de la teoría heliocéntrica por Copérnico, Kepler y Galileo, y su victoria, no es racionalmente explicable; que, en gran medida, fue una cuestión de gustos, un *Gestalt-switch* o una victoria propagandística. Pero incluso si tal fuera el caso no debemos permitir que Feyerabend nos arrastre hacia el relativismo cultural general, ni Kuhn, hacia el elitismo general. La teoría ondulatoria de la luz de Fresnel, por ejemplo, era en 1830 claramente mejor que la teoría corpuscular de Newton y ello por criterios objetivos explícitos, pero claramente fue una cuestión de gustos la primera adopción, por Fresnel, de la vieja idea ondulatoria [45]. Si fuera irracional trabajar con una teoría cuya superioridad no ha sido establecida aún, entonces realmente casi toda la historia de la ciencia sería inexplicable en términos racionales. Pero sucede que la Revolución Copernicana puede ser explicada racionalmente mediante la metodología de los programas de investigación científica.

4. La Revolución Copernicana a la luz de los programas de investigación científica

La metodología de los programas de investigación científica es una nueva metodología demarcacionista (esto es, constituye una definición *universal* de progreso) que he defendido durante algunos años y que, en mi opinión, mejora las anteriores metodologías demarcacionistas y escapa, al mismo tiempo, a algunas de las críticas que los elitistas y los relativistas han dirigido contra el inductivismo, el falsacionismo y otras metodologías.

En primer lugar explicaré brevemente los rasgos centrales de esta metodología [46].

Lo primero que debo destacar es que mi unidad de evaluación no es una hipótesis aislada (o una conjunción de hipótesis): un pro-

---

[44] Westman (1972), p. 234. En su (1972) Feyerabend se desliza hacia una postura similar a la de Polanyi: entiende que Copérnico consiguió una victoria de la *Razón* con ayuda de su *Lebendigheit des Geistes*.

[45] Cf. Worrall (1976).

[46] Sobre mi uso del término técnico «metodología», cf. cap. 3, p. 198, y cap. 2, p. 135, n. 2.

grama de investigación es, más bien, una clase especial de «cambio de problemática»[47]. Consiste en una serie de teorías en desarrollo. Más aún, tal serie en desarrollo tiene una estructura. Posee un núcleo firme persistente, como las tres leyes de movimiento y la de gravitación en el caso del programa de investigación de Newton, y tiene una heurística que incluye un conjunto de técnicas para la solución de problemas. (Esta consistía, en el caso de Newton, en el aparato matemático del programa: el cálculo diferencial, la teoría de convergencia y las ecuaciones diferenciales e integrales). Por fin, un programa de investigación tiene un gran cinturón de hipótesis auxiliares sobre cuya base se establecen las condiciones iniciales. El cinturón protector del programa newtoniano incluía la óptica geométrica, la teoría de Newton de la refracción atmosférica, etc. Llamo a este cinturón *cinturón protector* porque protege al núcleo firme de las refutaciones: las anomalías no se aceptan como refutaciones del núcleo firme sino como refutaciones de algunas hipótesis del cinturón protector. En parte, debido a la presión empírica (pero, en parte, según el *diseño* de su heurística) el cinturón protector es modificado constantemente, expandido, complicado, mientras que el núcleo firme permanece intacto.

Habiendo especificado que la unidad de la ciencia madura es el programa de investigación, a continuación estableceré reglas para evaluar los programas. Un programa de investigación es progresivo o regresivo. Es *teóricamente progresivo* si cada modificación conduce a nuevas e inesperadas predicciones, y es *empíricamente progresivo* si algunas, al menos, de tales predicciones nuevas resultan corroboradas. Siempre es posible para un científico solucionar el problema presentado por una anomalía *dada* realizando los ajustes adecuados en su programa (por ejemplo, añadiendo un nuevo epiciclo). Tales maniobras son *ad hoc* y el programa está *degenerando* a menos que con las mismas no sólo se expliquen los hechos que se trataba de explicar, sino que también se predigan algunos hechos nuevos. El ejemplo supremo de programa progresivo es el de Newton, que predijo con éxito hechos nuevos tales como la vuelta del cometa Halley, la existencia y el curso de Neptuno y el abombamiento de la Tierra.

Un programa de investigación nunca soluciona todas sus anomalías. Siempre abundan las «refutaciones». Lo que importa es la existencia de algunas señales dramáticas de progreso empírico. Esta metodología también contiene una noción de *progreso heurístico:* las sucesivas modificaciones del cinturón protector deben ser acordes con

[47] Cf. MCE, cap. 8, p. 239; Lakatos (1968c), y este volumen, cap. 1, pp. 48 y ss.

la heurística. Los científicos desconfían, acertadamente, de los procedimientos *ad hoc* para la solución de anomalías.

Un programa de investigación supera a otro si tiene un exceso de contenido de verdad sobre su rival, en el sentido de que predice progresivamente todo lo que correctamente predice su rival, y algunas cosas adicionales [48].

Antes de aplicar esta filosofía nueva y, tal vez, ligeramente sobre-elaborada [49] a la evaluación de las teorías rivales, o por mejor decir, de los programas rivales de Tolomeo y Copérnico, debemos hacer una observación importante.

Dos programas de investigación rivales cualesquiera pueden convertirse en observacionalmente equivalentes si se crean versiones falsables y observacionalmente equivalentes de los mismos, con la ayuda de hipótesis auxiliares *ad hoc*. Pero tal equivalencia carece de interés. Dos programas de investigación rivales sólo son equivalentes si son idénticos. En otro caso, las dos heurísticas diferentes marchan a distintas velocidades. Incluso si los dos programas rivales explîcan la misma evidencia empírica, esa evidencia apoyaría a un programa con preferencia a otro dependiendo de que la evidencia sea, por así decirlo, «producto» de la teoría, o bien, explicada de forma *ad hoc*. El peso de la evidencia no sólo es función de una hipótesis falsable y de la evidencia sino que también depende de factores temporales y heurísticos [50]. El punto de partida de la metodología de los programas de investigación científica es el problema normativo planteado por el «convencionalismo revolucionario» [51]. Pero si el convencionalismo revolucionario es correcto siempre se puede conseguir la equivalencia observacional entre dos teorías rivales. El simplicismo concluye que la evidencia empírica pierde su peso; sólo el grado de simplicidad importa. La falsabilidad de Popper y el grado de progresividad de Lakatos y Zahar eliminan la ambigüedad y las deficiencias de los grados de coherencia, y rehabilitan, de modos radicalmente nuevos, un respeto «positivista» por los hechos.

El aspecto descriptivo de la metodología de los programas de investigación científica es claramente superior al aspecto descriptivo de las metodologías discutidas previamente. Tanto Tolomeo como Copérnico trabajaron con *programas de investigación;* no se limitaron

---

48 Para una interesante discusión sobre «superación o inconmensurabilidad», cf. Feyerabend (1974).

49 El lector puede encontrar una formulación más detallada en mi (1968c, caps. 1, 2 y 3). También cf. mi (1974d).

50 El logro de Zahar radica fundamentalmente en haber creado una noción mejorada del «peso de la evidencia». Cf. *abajo*, pp. 236 y ss.

51 Cf. cap. 1, p. 33.

a contrastar conjeturas o a armonizar un conjunto amplio de resultados observacionales, ni se comprometieron con ninguno de los «paradigmas» de la comunidad. Describiré los dos programas de investigación (lo que, según creo, resultará poco polémico) y ofreceré una evaluación de sus respectivos progresos y regresiones.

Ambos *programas* tienen su origen en el programa Pitagorico-Platónico cuyo principio básico era que, puesto que todos los cuerpos celestiales son perfectos, todos los fenómenos astronómicos deben reproducirse mediante una combinación de un número mínimo de movimientos circulares y uniformes (o rotaciones esféricas uniformes en torno a un eje). Este principio fue la piedra angular de la heurística de ambos programas. Este protoprograma no contenía directrices sobre la ubicación del centro del universo. En este caso la heurística era primaria; el «núcleo firme», secundario [52]. Algunas personas, como Pitágoras, creían que el centro era una bola de fuego invisible desde las regiones habitadas de la Tierra; otras, como algunos platónicos, que era el Sol, y otras como Eudoxo, que era la Tierra misma. La hipótesis geocéntrica sólo se afirmó hasta convertirse en un componente del «núcleo firme», cuando se produjo el desarrollo de una física terrestre aristotélica elaborada, en la que se distinguía entre el movimiento natural y el violento, y se separaba la química terrestre o «sublunar» de los cuatro elementos, de la pura y eterna *quinta essentia* celeste.

La primera y rudimentaria teoría geocéntrica de los cielos consistía en unas órbitas concéntricas en torno a la Tierra; una para las estrellas y una para cada cuerpo celeste. Pero se sabía que ése era un «modelo ideal», falso, y, como comprendió Eudoxo, aunque tal esquema rudimentario funcionara para las estrellas, claramente no funcionaba en el caso de los planetas. Como es sabido, Eudoxo diseñó un sistema de esferas rotativas para explicar los movimientos planetarios. Introdujo 26 esferas para explicar, o más bien, reproducir, los avances y retrogresiones de los planetas. El modelo no predecía hechos nuevos y no logró solucionar algunas anomalías importantes como las distintas intensidades de brillo de los planetas. Después de que se abandonara este sistema de esferas rotativas, cada modificación del programa geocéntrico se realizó contra la heurística platónica. La excéntrica desplazó a la Tierra del centro del círculo. Los epiciclos de Apolonio e Hiparco implicaban que las órbitas reales de los planetas en torno a la Tierra no eran circulares; finalmente los ecuantes de Tolomeo equivalían a afirmar que incluso el movimiento

[52] La demarcación entre «núcleo firme» y «heurística» es a menudo un asunto convencional, como puede apreciarse en los argumentos propuestos por Popper y Watkins con respecto a la inter-traducibilidad de lo que ellos llamaron «metafísica» y «heurística», respectivamente (cf. especialmente Watkins, 1958).

del centro vacío del universo no era simplemente uniforme y circular; era uniforme pero no circular visto desde el punto ecuante; era circular pero no uniforme visto desde el centro de la deferente: la circularidad uniforme fue sustituida por la cuasi-circularidad cuasi-uniforme.

El uso de la ecuante equivalía al abandono de la heurística platónica. No es sorprendente que en las primeras etapas de este desarrollo, astrónomos como Heráclides y Aristarco comenzaran a experimentar con sistemas parcial o completamente heliocéntricos. Cada modificación del programa geocéntrico se había ocupado de algunas anomalías, pero lo había hecho de un modo *ad hoc*. No se produjeron predicciones nuevas, aún abundaban las anomalías y ciertamente cada modificación había producido un alejamiento de la heurística platónica original [53].

Copérnico comprendió la degeneración heurística del programa platónico originada por Tolomeo y sus sucesores. Supuso que la periodicidad del movimiento planetario estaba relacionada con combinaciones de movimientos circulares uniformes (sólo eso se requería en la explicación) [54]. Copérnico acusó a Tolomeo de utilizar hipótesis *ad hoc* en los tres casos siguientes:

a) La introducción de ecuantes violaba la heurística del propio programa de Tolomeo. Heurísticamente eran instrumentos *ad hoc* (*ad hoc*$_3$) [55].

b) Debido a la diferencia entre el año solar y el sideral, Tolomeo confirió dos movimientos distintos a la esfera estelar: la rotación diaria y una rotación sobre el eje de la eclíptica. Este era un defecto fundamental del sistema tolemaico puesto que las estrellas, los cuerpos más perfectos, deben tener un movimiento uniforme único.

En su *Commentariolus* Copérnico señaló que el año sideral suministra una unidad de tiempo más precisa que el año solar. Según Ravetz [56], Copérnico debe haber partido de datos erróneos y concluido que la diferencia entre los años solar y sideral varía irregularmente; por eso la esfera estelar debe rotar de forma irregular en torno al eje de la eclíptica. De modo que el Sol se mueve de forma no uniforme

---

53 Kuhn afirma que «no existían razones considerables para prestar atención a Aristarco» (Kuhn, 1962, p. 76). Pero es evidente que sí existían tales razones; el programa geocéntrico ya había degenerado en el sentido heurístico.

54 A la vista de lo que sabemos sobre las expansiones de Fourier de las funciones periódicas, se trata de una notable conjetura matemática; cf. e. g. Kamlah (1971).

55 Cf. cap. 1, p. 117, n. 320, y p. 18, n. 322.

56 Ravetz (1966a). Pero cf. la observación de Gingerich en su (1973), n. 19.

alrededor de la Tierra. Se trata de otra violación de la heurística platónica y constituye otra degeneración heurística [57].

c) A pesar de todas estas violaciones de la heurística platónica, el programa geostático siguió siendo empíricamente *ad hoc;* esto es, siempre marchó por detrás de los hechos.

Copérnico no creó un programa completamente nuevo, sino que revitalizó la versión de Aristarco del programa platónico. El núcleo firme de este programa es la proposición de que las estrellas constituyen el marco de referencia primario para la física. Copérnico no inventó una nueva heurística sino que trató de restaurar y rejuvenecer la de Platón [58].

¿Consiguió crear Copérnico una teoría platónica más veraz que la de Tolomeo? Así fue. Según la heurística de Platón, las estrellas, que son los cuerpos más perfectos, idealmente deberían tener el movimiento más perfecto, esto es, una rotación uniforme única en torno a un eje. Obsérvese que el movimiento circular uniforme es perfecto porque puede equipararse a un estado de reposo; puesto que todos los puntos del círculo son equivalentes, el movimiento circular uniforme es indiferenciable del reposo o ausencia de cambio. Hemos visto que en los tiempos de Copérnico los astrónomos tolemaicos conferían a la esfera estelar dos movimientos distintos (por lo menos): una rotación diaria y una rotación en torno al eje de la eclíptica. Por otra parte, y debido a datos erróneos, hicieron irregular esta segunda rotación.

Sin embargo, Copérnico fijó las estrellas convirtiéndolas en realmente inmutables. Ciertamente tuvo que transferir su movimiento a la Tierra, pero en su sistema la Tierra es un planeta y los planetas son menos perfectos que las estrellas aunque sólo sea debido a los múltiples movimientos epicíclicos (tales movimientos fueron aceptados tanto por los partidarios de Tolomeo como por los de Copérnico).

Copérnico eliminó la ecuante y creó un sistema que a pesar de tal eliminación, sólo contenía aproximadamente los mismos círculos que el de Tolomeo [59].

---

[57] Según Ravetz, esta «incoherencia» indicó a Copérnico que son las estrellas y no la Tierra las que determinan el marco de referencia para la física. Por supuesto, desde el punto de vista de nuestro problema *presente* no importa en absoluto qué fue lo que despertó la imaginación de Copérnico. Aquí no nos ocupamos de las causas psicológicas del logro de Copérnico, sino de su evaluación.

[58] Fue Kepler quien creó la heurística de la nueva astronomía: el principio de que el movimiento de los planetas debe ser explicado en términos de fuerzas heliocéntricas.

[59] Esta sustituibilidad mutua ya era conocida por los astrónomos islámicos como Ibn-ash-Shatir. Como señaló Neugebauer (cf. Neugebauer, 1958 y 1968),

Además de su superioridad heurística con respecto al *Almagesto* la astronomía de Copérnico no era inferior a la de Tolomeo en la reproducción de los fenómenos. En verdad la teoría lunar de Copérnico constituyó un claro avance empírico con relación a Tolomeo. Utilizando la Tierra como un punto ecuante Tolomeo había conseguido describir el movimiento angular de la Luna; sin embargo, en ciertos puntos de su órbita la Luna hubiera tenido el doble de su diámetro (observable) aparente. Copérnico no sólo prescindió de ecuantes sino que, sustituyéndolas por epiciclos, mejoró la correspondencia entre teoría y observación [60].

El programa de Copérnico ciertamente fue teóricamente progresivo. Anticipó hechos nuevos que nunca con anterioridad habían sido observados. Anticipó las fases de Venus. También predijo la paralaje estelar aunque ésta era una predicción cualitativa porque Copérnico no tenía idea de la dimensión del sistema planetario. No fue, como dice Neugebauer, «un paso en la dirección equivocada» a partir de Tolomeo [61].

Pero la predicción sobre las fases de Venus no fue corroborada hasta 1616. Por tanto, la metodología de los programas de investigación científica coincide con el falsacionismo en la medida en que el sistema de Copérnico no fue enteramente progresivo hasta Galileo, o incluso hasta Newton, cuando su «núcleo firme» fue incorporado al programa de investigación, completamente distinto, de Newton, que

---

Copérnico utilizó algunas ecuantes, pero puesto que ellas pueden ser reemplazadas por epiciclos secundarios, resultan irrelevantes. Copérnico consideró el movimiento circular uniforme como el único movimiento permisible en astronomía; ello no le impidió utilizar ecuantes como instrumentos de cálculo.

[60] Según Neugebauer, este éxito empírico puede ser el fundamento de la creencia de Copérnico de que la eliminación de ecuantes, además de devolver su pureza original a la heurística platónica, también aumentaría el poder predictivo de la nueva teoría. Pero el sistema copernicano estuvo repleto de anomalías incluso en sus versiones más elaboradas. Una de las anomalías más importantes del programa copernicano eran los cometas, cuyo movimiento no podía explicarse en términos de movimientos circulares. Este fue uno de los argumentos más importantes que utilizó Tycho contra Copérnico y también Galileo tuvo dificultades para rebatirlo.

[61] Neugebauer (1968, p. 103) afirma: «Los historiadores modernos, utilizando ampliamente su propia perspectiva temporal, acentúan la importancia revolucionaria del sistema heliocéntrico y las simplificaciones que éste introdujo. De no haber sido por Tycho Brahe y Kepler, el sistema copernicano hubiera contribuido a la perpetuación del sistema tolemaico en una forma ligeramente modificada, pero más adecuada para las mentalidades filosóficas.» ¿Qué mentalidades filosóficas? Uno se pregunta cómo es posible que alguien de la talla de Neugebauer termine su artículo con una observación tan inexacta. Incluso los historiadores más profesionales que están, *por principio,* contra la filosofía de la ciencia, terminan por cometer *errores motivados por sus filosofías.*

resultó ser inmensamente progresivo. El programa copernicano puede haber representado un progreso heurístico en el seno de la tradición platónica; puede haber sido teóricamente progresivo, pero en su haber no contaba con *hechos* nuevos hasta 1616 [62]. *Parece que la Revolución Copernicana sólo se convirtió en una auténtica y madura revolución científica en 1616, cuando casi inmediatamente después fue abandonada en favor de la nueva física de orientación dinámica.*

Desde el punto de vista de la metodología de los programas de investigación científica, el programa de Copérnico en manos de Kepler, Galileo y Newton fue abandonado más bien que desarrollado. Esta es una consecuencia directa del hecho de que ponemos el acento en la heurística y no en las hipótesis del centro firme [63].

Esta conclusión, que es poco satisfactoria, parece inevitable mientras consideremos que el criterio de progreso es exclusivamente la predicción de hechos temporalmente nuevos. Sin embargo, Zahar, llevado por consideraciones enteramente ajenas a la historia de la Revolución Copernicana, ha propuesto un nuevo criterio de progreso científico; un criterio que constituye una enmienda muy importante al suministrado por la metodología de los programas de investigación científica [64].

5. La Revolución Copernicana a la luz de la versión de Zahar de la metodología de los programas de investigación científica

Originalmente, yo definí una predicción como «nueva», «pasmosa» o «dramática» si resultaba inconsistente con las expectativas previas, y si entraba en conflicto con nuestros conocimientos, y, en particular, si el hecho predicho era imposible de acuerdo con el programa rival. Los mejores hechos nuevos eran aquellos que podían no haber sido observados nunca de no ser por la teoría que los anticipó. Mis ejemplos favoritos de tales predicciones que fueron corroboradas (y por ello suministran un apoyo enorme a la teoría que los había anticipado) eran la vuelta del cometa Halley, el descubrimiento de

---

62 Según Kuhn, y por lo que respecta al sistema helioestático, las fases de Venus no constituían «pruebas... sino propaganda» (1957), p. 224. Por supuesto, no eran una prueba, pero sí eran una señal *objetiva* de progreso, de acuerdo con la mayoría de las evaluaciones empíricas incluyendo la de la metodología de los programas de investigación científica. Dos páginas más abajo, Kuhn parece estar de acuerdo con este punto de vista: «Aunque el telescopio suministraba *muchos argumentos,* no probaba nada» *(op. cit.,* p. 226).

63 Es, por tanto, equivocado afirmar que «El sistema copernicano del mundo se transformó en la teoría de la gravitación de Newton» (Popper, 1963a, p. 98).

64 Cf. Zahar (1973).

Neptuno, la desviación einsteiniana de los rayos de luz y el experimento Devisson-Germer[65]. Pero según esto, el programa de Copérnico no resultó ser *empíricamente* progresivo hasta 1616. Si ello es así resulta fácil entender la razón por la que sus primeros defensores, a falta de exceso de contenido corroborado, insistieron tanto en la mayor «simplicidad».

La metodología modificada de los programas de investigación científica de Elie Zahar ofrece una perspectiva muy distinta. La modificación de Zahar radica fundamentalmente en su concepción original del «hecho nuevo». Según Zahar la explicación del perihelio de Mercurio suministró una corroboración empírica dramática a la teoría de Einstein aun cuando el hecho era conocido desde casi cien años antes como una proposición empírica de bajo nivel[66]. Este no era un hecho nuevo en mi sentido original y, sin embargo, fue «dramático». Pero ¿en qué sentido lo fue? Fue «dramático» porque en el esquema original de Einstein el perihelio anómalo de Mercurio no desempeña ningún papel. Su solución exacta podríamos decir que fue un regalo inesperado de Schwarzschild, un subproducto no previsto del programa de Einstein. Lo mismo sucede con el papel jugado por la fórmula de Balmer en el programa de Bohr. El problema original de Bohr no fue descubrir los secretos del espectro del hidrógeno, sino solucionar el problema de la estabilidad del átomo nuclear; por eso la fórmula de Balmer confirió una dramática corroboración a la teoría de Bohr aunque en términos temporales no era un hecho nuevo.

Consideremos ahora la situación correspondiente a 1543 y veamos si el programa de Copérnico gozaba del apoyo *inmediato* suministrado por hechos que eran nuevos en el sentido de Zahar.

La hipótesis fundamental de Copérnico era que los planetas se mueven de modo uniforme en círculos concéntricos alrededor del Sol; la Luna se mueve en un epiciclo cuyo centro es la Tierra[67]. Zahar defiende que varios hechos importantes relativos a los movimientos planetarios son consecuencias directas de los supuestos originales de Copérnico y que, aunque tales hechos eran previamente conocidos, suministran mucho más apoyo a Copérnico que a Tolomeo, puesto que en este último sistema eran explicados de forma *ad hoc* mediante ajustes paramétricos.

---

[65] Más tarde quise convertir algunas observaciones empíricas antiguas como la fórmula de Balmer en hechos nuevos con respecto al programa de Bohr; cf. cap. 1, p. 94. Pero Zahar solucionó el problema de una forma mejor.

[66] Cf. Zahar (1973).

[67] Cf. la figura dibujada por Copérnico en la p. 10 de su *De Revolutionibus*.

A partir del modelo copernicano básico y del supuesto de que los planetas inferiores tienen un período más corto, y los planetas superiores, un período más largo que la Tierra [68], se pueden predecir los hechos siguientes *sin observación alguna*

i) *Los planetas tienen paradas y retrocesos.*

Recordemos que ya las 26 órbitas concéntricas de Eudoxo tenían por objeto reproducir las paradas y retrocesos cuidadosamente observados. En el programa de Copérnico las paradas y retrocesos son simplemente consecuencias lógicas del modelo. Más aún, en el programa de Copérnico esto explica las variaciones del brillo de los planetas que previamente resultaban sorprendentes y que no se habían explicado.

ii) *Los períodos de los planetas superiores, contemplados desde la Tierra, no son constantes.*

Para Tolomeo esta premisa observacional es muy difícil de explicar; para Copérnico es una trivialidad teórica.

iii) *Si un astrónomo adopta la Tierra como origen de su marco de referencia fijo, asignará a cada planeta un movimiento complejo, uno de cuyos componentes es el movimiento del Sol.*

Esta es una consecuencia inmediata del modelo copernicano: un cambio de origen causa la adición del movimiento aparente del Sol al movimiento de cualquier otro móvil.

Para Tolomeo esto es un accidente cósmico que hay que aceptar *tras* un cuidadoso estudio de los hechos. De modo que Copérnico explica lo que para Tolomeo era un resultado fortuito, del mismo modo que Einstein explica la igualdad de las masas inercial y gravitacional que era un accidente en la teoría newtoniana [69].

iv) *La elongación de los planetas inferiores está limitada y los períodos (calculados) de los planetas aumentan estrictamente con respecto a sus distancias (calculadas) desde el Sol.*

Para explicar el hecho de que la elongación de Venus desde el Sol es limitada Tolomeo utilizó el supuesto arbitrario de que la Tierra, el Sol y el centro del epiciclo de Venus se mantienen colineales. Se sigue, por el criterio de Zahar de apoyo empírico, que la elongación limitada de Venus presta poco o ningún apoyo al sistema tole-

---

[68] En el capítulo primero del *De Revolutionibus* explica Copérnico que este supuesto forma parte del conocimiento básico aceptado y común tanto a Tolomeo como a Copérnico.

[69] Zahar (1973), pp. 226-27.

maico. Por su parte Copérnico no requiere supuestos *ad hoc*. Su teoría implica que un planeta es inferior si y sólo si su elongación es limitada. Por tanto, Venus es un planeta inferior. Análogamente Marte es un planeta superior porque su elongación no es limitada. Esta hipótesis es *independientemente contrastable* de la forma siguiente. Sea P cualquier planeta (superior o inferior) y T_P el período de P, T_E el período de la Tierra (un año) y t_P el intervalo temporal entre dos retrogresiones sucesivas de P. Un simple cálculo muestra que puesto que la retrogresión se produce cuando el planeta pasa a la Tierra, se cumplen las siguientes relaciones entre T_P, T_E y t_P

$$\frac{1}{T_P} - \frac{1}{T_E} = \frac{1}{t_P}$$

si P es un planeta inferior; y

$$\frac{1}{T_E} - \frac{1}{T_P} = \frac{1}{t_P}$$

si P es un planeta superior.

Obsérvese que t_P es mensurable y que T_E se conoce y es igual a un año. Por tanto, estas ecuaciones nos permiten calcular T_P.

En el caso de un planeta superior de la segunda ecuación se sigue que $1/T_E > 1/t_P$; esto es, $T_E < t_P$. Por tanto podemos predecir que si la elongación de un planeta es ilimitada, el intervalo entre dos movimientos retrógados sucesivos del planeta es mayor que un año. Esta es una nueva predicción (aunque el hecho era conocido), un hecho «explicado» por el programa copernicano. Apoya al programa de Copérnico y no al de Tolomeo. A Neugebauer no le falta razón cuando afirma que «la principal contribución de Copérnico a la Astronomía (fue) la determinación de las dimensiones absolutas de nuestro sistema planetario» [70].

Tras haber obtenido los períodos de los planetas, Copérnico procede a calcular sus distancias desde el Sol. Kuhn describe un método de cálculo [71]. El período de un planeta aumenta estrictamente con su distancia desde el Sol; esto es, desde el origen del marco de referencia copernicano. Esto es consistente con el conocimiento existente. En el programa tolemaico, como tal, no hay lugar para las distancias planetarias, sino sólo para los movimientos angulares de los planetas.

[70] Neugebauer (1968).
[71] Kuhn (1957), p. 176.

Por tanto, la determinación de las distancias planetarias representa un exceso de contenido de la teoría de Copérnico con respecto a la de Tolomeo.

La astronomía tolemaica puede suministrar también las distancias planetarias si se establece de forma arbitraria que

$$\frac{r}{R} = \frac{\text{radio del epiciclo}}{\text{radio de la deferente}} = \text{Distancia entre un planeta inferior y el Sol (la distancia de la Tierra se hace igual a la unidad)}$$

$$\frac{R}{r} = \text{distancia de un planeta superior}$$ [72]

Es posible usar estas ecuaciones para calcular las distancias medias entre los planetas y la Tierra. Pero tales ecuaciones se insertan de modo *ad hoc* en el programa tolemaico. Y sucede que aunque Mercurio, Venus y el Sol tienen aproximadamente el mismo período, su distancia desde el origen tolemaico, esto es, desde la Tierra, difiere mucho: ello contradecía la hipótesis generalmente aceptada en aquel tiempo según la cual el período aumenta con la distancia desde el centro fijo al que se refiere el movimiento.

Un experimento mental histórico puede aclarar el poder corroborador de estos hechos. Imaginemos que en 1520, o antes, sólo se hubiera sabido que el Sol y los planetas se mueven periódicamente con relación a la Tierra y que nuestros datos fueran tan escasos que no se hubieran verificado experimentalmente las paradas y retrocesos; ello podría deberse a la nubosidad del cielo polaco, por ejemplo. El astrónomo X propone el modelo copernicano básico debido a la fascinación ejercida por el Sol y a su creencia en la heurística platónica. El astrónomo Y que no sólo cree en la heurística platónica, sino también en la dinámica aristotélica, desarrolla el modelo geocéntrico correspondiente: el Sol y los planetas se mueven uniformemente en círculos centrados en la Tierra. En tal caso la teoría de X hubiera sido dramáticamente confirmada por observaciones realizadas en las costas del Mediterráneo. Las mismas observaciones hubieran refutado la hipótesis de Y y le hubieran obligado a utilizar una serie de ma-

[72] Neugebauer (1968). También se puede usar la doctrina aristotélica de la «plenitud» para obtener distancias; pero, de nuevo, esta doctrina es *ad hoc* desde un punto de vista heurístico además de ser falsa *y*, en el seno del programa tolemaico, irrefutable.

niobras *ad hoc* (suponiendo que Y no resultara tan desalentado como para abandonar inmediatamente su programa).

La exposición de Zahar explica, por tanto, que el logro de Copérnico constituye un genuino progreso comparado con Tolomeo. La Revolución Copernicana se convirtió en una gran *revolución científica no porque cambiara la Weltanschaung europea,* ni (como entiende Paul Feyerabend) porque también se convirtió en un cambio revolucionario de la visión del hombre sobre su lugar en el universo, sino simplemente porque era *científicamente* superior. También prueba que existían razones objetivas poderosas para que Kepler y Galileo adoptaran el supuesto heliostático, dado que el modelo básico de Copérnico (y también el de Aristarco) tenía un exceso de poder predictivo con relación al rival tolemaico [73].

¿Por qué Copérnico no estaba satisfecho de su *Commentariolus?* ¿Por qué trabajó durante décadas para completar su sistema antes de publicarlo? Porque no sólo quería que su programa fuera progresivo, sino que realmente deseaba *superar* al de Tolomeo; esto es, en vez de limitarse a predecir hechos «nuevos», que el sistema de Tolomeo no había predicho, quería explicar todas las consecuencias ciertas de la teoría tolemaica. Por ello tenía que escribir *De Revolutionibus.* Pero resultó que, aparte de sus éxitos iniciales, Copérnico sólo podía reproducir todos los fenómenos tolemaicos de forma *ad hoc* e insatisfactoria, en sus aspectos dinámicos [74]. Por ello Kepler y Galileo tomaron el *Commentariolus* y no *De Revolutionibus* como su punto de partida. Arrancaron del punto en que el programa copernicano se había parado. Debido al éxito inicial del modelo básico y a la degeneración del programa completo, Kepler rechazó la vieja heurística e introdujo otra, nueva y revolucionaria, basada en la idea de dinámica heliocéntrica [75].

Terminaré señalando una consecuencia trivial de esta exposición que, como es de suponer, algunos de Vds. encontrarán extravagante. Nuestra exposición es estrictamente internalista. No hay lugar en ella para el espíritu del Renacimiento, tan querido por Kuhn, ni para la confusión suscitada por la Reforma y la Contrarreforma, ni para la influencia del clero; ni hay signos de efecto alguno de la aparición, su-

[73] Obsérvese que en esta afirmación no se dice si Kepler y Galileo realmente se hicieron «copernicanos» ni por qué.

[74] El concepto de Zahar del progreso heurístico puede, claro está, considerarse una explicación *objetiva* (y positivista) de «simplicidad» sin caer en las inconsistencias de los simplicistas ingenuos tales como las analizadas en la sec. 2.

[75] Este no es un caso único: la vieja teoría cuántica de Bohr fue abandonada poco después de ser aceptada y la nueva teoría cuántica de De Broglie partió de su primer y primitivo modelo y no de los cálculos sofisticados de Sommerfeld y otros.

puesta o real, del capitalismo en el siglo XVI; ni se aprecia la motivación originada en las necesidades navegatorias, una idea tan querida por Bernal. Todo el desarrollo es estrictamente interno; su parte progresiva podía haber sucedido, suponiendo la existencia de un genio como Copérnico, en cualquier momento de los comprendidos entre Aristóteles y Tolomeo o en cualquier año posterior a la traducción de 1175 del *Almagesto* al latín, o incluso, su autor podía haber sido algún astrónomo árabe del siglo IX. *En este caso* la historia externa no sólo es secundaria, sino que es casi redundante [76]. Por supuesto, el sistema de patrocinio de la astronomía mediante sinecuras eclesiásticas desempeñó un papel, pero su estudio no contribuirá en absoluto a la comprensión de la revolución científica copernicana.

6. Un epílogo sobre la Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales *

En las secciones previas se propuso una nueva solución del problema de la superación (objetiva) del programa de Tolomeo por el de Copérnico. Este era superior de acuerdo con los tres criterios habituales de evaluación de los programas de investigación: progreso teórico, empírico y heurístico. Predecía un ámbito más amplio de fenómenos; fue corroborado por hechos nuevos y, a pesar de los elementos regresivos del *De Revolutionibus,* tenía una mayor unidad heurística que el *Almagesto.* También mostramos que Galileo y Kepler rechazaron el programa de Copérnico, pero aceptaron el núcleo firme procedente de Aristarco. En lugar de *comenzar* una revolución, Copérnico actuó como una comadrona en el nacimiento de un programa con el que nunca soñó: un programa anti-tolemaico que al mismo tiempo hizo retroceder la astronomía hasta Aristarco y la hizo avanzar hacia una nueva dinámica.

Tras haber ofrecido una *evaluación objetiva del logro de Copérnico* el historiador puede pasar a ocuparse de una segunda clase de problemas. ¿Por qué aceptaron Kepler y Galileo el núcleo firme

---

[76] Por supuesto, de nuestro análisis se infiere que hay un problema muy importante y puramente externo que debe ser resuelto en términos socio-psicológicos: ¿por qué tuvo lugar la Revolución Copernicana en la fecha en que sucedió y no en algún otro momento posterior a Tolomeo? Pero la respuesta a esta pregunta (si es posible dar una respuesta) no afectará a la *evaluación* que hemos realizado aquí. Este es un buen ejemplo del modo en que la historia interna (metodológica) puede definir cuáles son los problemas externos importantes y el por qué de su importancia fundamental.

* Esta sección fue escrita sólo por Lakatos poco después de concluir el resto del artículo. Se publica aquí por vez primera. (Editores.)

de Copérnico mientras que rechazaban su heurística platónica? ¿Por qué la gente recibió su teoría en la forma en que lo hizo?; además, ¿cuál era el problema al que se enfrentó Copérnico y cuáles sus motivos para emprender un nuevo programa?

El problema de los *motivos y el de la recepción* de la obra de Copérnico es importante y no puede ser solucionado en términos estrictamente «internos». Este artículo no trata de ofrecer una respuesta. Lo que defenderé es que: 1) el primer problema puede ser enteramente resuelto sin ocuparse del segundo y con independencia de éste, y que: 2) el segundo problema *sólo* puede ser solucionado si se supone, de forma explícita o implícita, una solución para el primero. Ello implica que para escribir historia de la ciencia, la filosofía de la ciencia resulta primordial y la psicología y la sociología son secundarias. Cualquier respuesta al primer problema, que es un problema filosófico, constituye la médula de una «reconstrucción racional interna» de la historia, sin la que no puede escribirse la historia real [77].

Yo defendí esta tesis en mi *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales,* pero ahora trataré de aclarar un poco más algunas de estas ideas.

Los *problemas* mismos a los que se enfrenta el historiador están determinados por su metodología (esto es, por su teoría de la evaluación). Los inductivistas buscarán los fundamentos fácticos de la teoría copernicana y cuando su desesperación les impulse a inventarlos, se plantearán el importante problema externo de por qué fue en Europa y no en China donde se observaron ciertos fenómenos y el de por qué en el siglo XVI y no en el X. El falsacionista buscará experimentos cruciales entre las teorías de Copérnico, Tolomeo y Tycho y tendrá que explicar mediante mitos externos el hecho de que los científicos aceptaran la teoría de Copérnico sin duda irracionalmente *antes* del descubrimiento de la paralaje y de la aberración de la luz. El simplicista ocultará, al menos, algunas de las complicaciones del *De Revolutionibus* y después tendrá que explicar por qué razón tal simplicidad abrumadora no convenció a Tycho, quien, después de todo, destruyó parte de tal simplicidad de modo «irracional». El kuhniano construirá una historia referente al monopolio de la teoría tolemaica hasta el principio del siglo XVI y compondrá una «crisis» seguida de una «conversión inmediata» [78]. Tampoco quienes adoptan la metodología de los programas de investigación científica pueden

---

[77] Para una definición de «reconstrucción racional», véase más *abajo,* p. 245.

[78] Kuhn no distingue entre evaluación objetiva (normativa) y aceptación y rechazo (descriptivo).

explicar la aceptación y rechazo de una teoría sin aducir hipótesis psicológicas adicionales. La evaluación estricta no implica, lógicamente, aceptación o rechazo. Pero las hipótesis psicológicas auxiliares aducidas variarán según la teoría normativa de evaluación; tal es la razón por la que relativizo la distinción interno-externo en metodología [79].

Mostraré con algún detalle (tal vez pedante) que sólo con un criterio de evaluación no se puede explicar la historia real de la ciencia. Tomemos la proposición P_3: «La teoría (o programa de investigación) T_1 en el tiempo t era superior a T_2.» De tal proposición no se sigue «Todos o algunos científicos aceptaron en el tiempo t que T_1 era superior a T_2». Llamaré a esta proposición $P_{2\text{-}1}$. Puede suceder que la primera proposición sea cierta y la segunda falsa. Pero ahora añadamos a P_3 una premisa *psicológica* como $P_{2\text{-}2}$: «Todos) los científicos, *ceteris paribus,* aceptarán T_1 con preferencia a T_2 en el tiempo t, si T_1 es superior a T_2 en el tiempo t.» A partir de P_3 y $P_{2\text{-}2}$ se sigue $P_{2\text{-}1}$ dadas algunas hipótesis psicológicas adicionales débiles [80]. Si T_1 y T_2 son programas de investigación, de la *aceptación* de T_1 como superior ($P_{2\text{-}1}$) sólo se sigue la decisión de *trabajar* en T_1 en lugar de hacerlo en T_2 si se añaden otros supuestos psicológicos importantes [81].

Descubrimos que en este esquema deductivo para la explicación del cambio científico hay premisas pertenecientes al tercer mundo y premisas psicológicas. Por otra parte, las premisas psicológicas deben ser diferentes si son diferentes las premisas sobre el «tercer mundo». Si somos falsacionistas (o suponemos que lo son los científicos) necesitamos una clase de teoría psicológica para explicar el hecho de que los científicos aceptaron el copernicanismo y no la teoría de Tycho antes de que observaran la paralaje. Pero si somos inductivistas o suponemos que lo son los científicos, necesitamos otra clase de teoría psicológica para explicar por qué actuaron como lo hicieron. Si creemos que las decisiones racionales relativas a la aceptación y rechazo de los programas de investigación se fundamentan en aplicaciones subconscientes o semiconscientes de la metodología de Lakatos o Zahar, acompañada de fenómenos de falsa conciencia, puede que

---

79 Cf. cap. 2 más *arriba*, p. 134.

80 Estos supuestos especificarán que se satisface la cláusula *ceteris-paribus.* Por ejemplo, explicarán que el científico no interpretó erróneamente las teorías rivales, o que disponía de los libros que contenían T_1 y T_2, o que el núcleo firme del programa superior es consistente con su religión e ideología.

81 Los índices no son completamente arbitrarios. P_3 es una proposición sobre el «tercer mundo» del conocimiento objetivo de Frege y Popper; $P_{2\text{-}i}$ son proposiciones acerca del segundo mundo de creencias, decisiones mentales y actos (cf. e. g. Popper, 1972).

necesitemos una compleja panoplia socio-psicológica para explicar el cambio de un programa por otro.

Nuestra premisa crucial sobre el «tercer mundo» («interna») de hecho define el problema para el externalista. El esqueleto interno de la historia racional de hecho define los problemas externos. Por ejemplo, y como ya señalé, para un inductivista todos los problemas sobre prioridades parecerán disfuncionales; para un seguidor de la metodología de los programas de investigación científica, algunos de ellos pueden ser perfectamente funcionales [82]. Los respectivos esquemas explicativos psicológico-sociológicos de algunas discusiones sobre prioridades pueden ser muy diferentes. Por otra parte, si una teoría es rechazada en razón de una única anomalía, los falsacionistas sólo necesitan una premisa psicológica débil (algo parecido al Principio de Racionalidad Falsacionista) para explicar el hecho como un rechazo *racional*. Quienes mantienen que el principio operativo es la metodología de los programas de investigación científica, deben crear una teoría acerca de la falsa conciencia posiblemente muy sofisticada para explicar el rechazo como *racional*.

Todos los historiadores de la ciencia que distinguen entre progreso y regresión, ciencia y pseudociencia, tienen que usar una premisa perteneciente al «tercer mundo» con fines de evaluación para explicar el cambio científico. *Lo que yo he llamado reconstrucción racional de la historia de la ciencia, es el uso de tal premisa en los esquemas explicativos que describen el cambio científico.* Hay distintas reconstrucciones racionales rivales para cualquier cambio histórico y una reconstrucción es mejor que otra si explica más de la historia real de la ciencia; esto es, las reconstrucciones racionales de la historia son programas de investigación cuyo núcleo firme es una evaluación normativa y que poseen hipótesis psicológicas (y condiciones iniciales) en el cinturón protector. Los programas de investigación historiográfica han de ser evaluados como cualesquiera otros programas en lo que se refiere al progreso y a la regresión. La superioridad de un programa de investigación historiográfico puede ser juzgada analizando el éxito con que explica el progreso científico. En el caso de la revolución copernicana todo esto era sólo un programa: la contrastación real sólo se produce cuando la evaluación queda complementada por una explicación completa.

Para terminar, deseo clarificar algunas cuestiones suscitadas por las discusiones iniciales de mi teoría.

En primer lugar, yo no he *propuesto* una reconstrucción racional de la historia en oposición a una descripción o explicación de la

---

82 Cf. cap. 2, pp. 152-53.

misma. Por el contrario, mantengo que todos los historiadores de la ciencia *defensores de que el progreso de la ciencia es progreso del conocimiento objetivo* utilizan, les guste o no, alguna reconstrucción racional.

Segundo: en mi programa particular de reconstrucción racional (para el que acepte la importante enmienda de Zahar) no hay «intento de proteger(me) de la historia real» [83]. Esta acusación kuhniana probablemente procede de una broma que tuvo escaso éxito. Hace algunos años escribí: «Una forma de señalar las discrepancias entre la historia y sus reconstrucciones racionales es relatar la historia interna *en el texto* e indicar *en las notas a pié de página* cómo se «desvió» la historia real de su reconstrucción racional [84].» Por supuesto pueden escribirse tales parodias e incluso pueden resultar instructivas, pero nunca afirmé que tal es la forma en que la historia debe escribirse realmente y de hecho nunca escribí historia de este modo excepto en una ocasión [85].

La acusación de Kuhn de que mi concepción de la historia «no es historia en absoluto, sino filosofía inventora de ejemplos» es inválida. Yo defiendo que todas las historias de la ciencia son *siempre* filosofías inventoras de ejemplos. La filosofía de la ciencia determina, en gran medida, la explicación histórica y Kuhn ha suministrado la que probablemente es la más colorista de todas ellas. Pero, del mismo modo, toda la física o cualquier clase de afirmación empírica (cualquier clase de teoría es «filosofía inventora de ejemplos». Esto es un lugar común desde Kant y Bergson. Naturalmente, algunas invenciones de la física son mejores que otras y algunas invenciones históricas son mejores que otras. Yo ofrezco criterios estrictos con los que se pueden comparar las invenciones rivales, tanto en física como en historia, y defiendo que mis invenciones son más ciertas que las de Kuhn.

---

[83] Kuhn (1971), p. 143.

[84] Cap. 2, *arriba*, p. 156; citado y criticado en Kuhn (1971), p. 142.

[85] Utilicé generosamente este método en mi *Pruebas y refutaciones*, pero en esa ocasión mi propósito era extraer un mensaje metodológico de la historia más bien que escribir la historia en sí.

Capítulo 5

EL EFECTO DE NEWTON SOBRE LAS REGLAS DE LA CIENCIA *

1. La ruta justificacionista hacia el psicologismo y el misticismo

a) El justificacionismo y su dos extremos: el dogmatismo y el escepticismo

Las escuelas de la teoría del conocimiento trazan una demarcación entre dos clases de conocimiento muy diferentes: *episteme,* o conocimiento probado, y *doxa,* o simples opiniones. Las escuelas más influyentes, las justificacionistas [1] otorgan a la *episteme* un lugar excesivamente alto y a la *doxa* uno excesivamente bajo; en realidad, y de acuerdo con sus cánones extremados, sólo la primera merece el nombre de conocimiento. Podemos citar a un eminente justificacionista del siglo XVII: «Para mí conocer y tener certeza de algo son la misma cosa: estoy cierto de lo que conozco y conozco aquello de lo que

* Las primeras versiones de este artículo fueron escritas en 1963-64. Lakatos volvió a trabajar en él en varias ocasiones, pero aún lo consideraba necesitado de una revisión importante. Lo publicamos aquí por vez primera. En varios casos hemos modificado ligeramente el texto mecanografiado de Lakatos. Hemos puesto títulos tanto al artículo completo como a la sección 2a). Muchas de las citas eran incompletas y no existían las referencias; las hemos completado siempre que ello ha sido posible. (Editores.)

[1] Se debe a K. Popper el reconocimiento del «justificacionismo» como una de las tradiciones más influyentes del pensamiento europeo moderno, y el primer análisis y crítica del mismo, cf. su clásico 1960a), pp. 30-71. En mi (1968b, MCE, cap. 8) discutí algunos aspectos de las versiones empiristas del justificacionismo.

estoy cierto. Lo que llega a ser conocimiento creo que puede llamarse certeza, y lo que no llega a la certeza creo que no puede llamarse conocimiento [2].» O, como dice un justificacionista del siglo XX: «No podemos conocer una proposición a menos que sea cierta en la realidad [3].» Por tanto, y según esta escuela, el conocimiento es conocimiento probado; el crecimiento del conocimiento es crecimiento del conocimiento probado que, naturalmente, es, *eo ipso*, acumulativo. El predominio del justificacionismo en la teoría del conocimiento no puede caracterizarse mejor que mediante el hecho de que la teoría del conocimiento llegó a ser llamada «epistemología», la teoría de la *episteme*. La *doxa* no se consideró merecedora de una investigación seria: el crecimiento de la *doxa* se consideraba como una idea particularmente absurda, puesto que según el punto de vista justificacionista ortodoxo [4] la señal del progreso era el aumento de la *episteme* racional y la gradual disminución de la *doxa* irracional.

Aunque los justificacionistas estaban de acuerdo respecto al valor de la episteme y la inutilidad de la *doxa,* discrepaban de forma importante respecto a las *limitaciones* de la *episteme*. Prácticamente todos ellos aceptaban que la *episteme* era posible, pero diferían sobre el ámbito de las proposiciones que pueden ser probadas. Los escépticos pirronianos pensaban que *ninguna* proposición puede ser probada; los escépticos académicos entendían que al menos una proposición («no podemos conocer») puede probarse [5]. Estos escépticos universales y cuasi-universales eran los pesimistas epistemológicos. Los dogmáticos eran más optimistas. Algunos creían que se puede conocer (en el sentido de la *episteme*) las verdades morales o religiosas, pero nada más [6]; otros defendían que tal conocimiento podía extenderse

---

[2] Locke (1697), p. 145.

[3] Keynes (1921), p. 11.

[4] Llamo justificacionistas «ortodoxos» a los que defienden que la *doxa* carece de cualquier valor; como dirían algunos justificacionistas contemporáneos (Schlick, por ejemplo) carecen de significado. Llamo justificacionistas «liberales» a los que atribuyen a la *doxa* algún valor heurístico. Pero tanto los ortodoxos como los liberales están de acuerdo en que no hay lugar para la *doxa* en el producto final.

[5] Los escépticos pirronianos llamaban «dogmáticos negativos» a los escépticos académicos («dogmáticos» era, naturalmente, un apodo otorgado por los escépticos pirronianos a sus oponentes, quienes entendían que, por lo menos, *algunas* proposiciones pueden ser probadas).

[6] Es importante observar que el término «escéptico» fue generalmente utilizado como un arma en la lucha entre escuelas dogmáticas rivales. Aquellos autores cuyo interés fundamental radicaba en la religión, la moral y la política denominaban «escépticos» a quienes lo eran en tales ámbitos aunque fueran dogmáticos con relación a la ciencia. Quienes se interesaban por la ciencia, en el terre-

a la lógica, las matemáticas y a la realidad sublunar; los optimistas epistemológicos de los siglos XVII y XVIII también prescindieron de la restricción sublunar y confiaron en que finalmente todos los secretos de la naturaleza serían descubiertos mediante el ejercicio de la investigación racional. Sin embargo, hubo quien entendió que aunque podemos alcanzar el conocimiento *epistemológico* sobre las leyes de la naturaleza, la religión y, tal vez, la moralidad deben permanecer como *doxas* arbitrarias. La mayor parte de la historia de la epistemología es la historia de la lucha entre escuelas justificacionistas rivales acerca de la demarcación entre *episteme,* por una parte, y *doxa,* el reino de la incertidumbre y del error, de la discusión futil e inconcluyente, por la otra [7]. La línea de demarcación llegó a denominarse «*limitaciones del conocimiento humano*» y el término *doxa* fue reemplazado por «metafísica».

Otro problema muy importante sobre el que difieren los justificacionistas es el problema de qué es exactamente lo que constituye *episteme.* Según el *esencialismo* [8], la *episteme* deben ser verdades últimas y finales (y «probar» significa «probar que una proposición constituye una verdad última y final»). Los esencialistas entendían que la descripción de las apariencias, por ejemplo, por precisa que fuera, no podía llamarse conocimiento y que una argumentación en favor de una teoría fenoménica no podía llamarse «prueba». Según algunos filósofos la escuela de Tolomeo *realizó* una exactísima descripción de los fenómenos celestes, pero tal descripción sólo fue una descripción de las sombras de la cueva de Platón y, por perfecta que fuera, constituía *doxa* solamente. Por tanto, la mente humana tiene sus limitaciones: sobre algunas cosas puede conseguir la certeza (explicativa), esto es, la verdad última; sobre otras cosas sólo puede conseguir certeza descriptiva; esto es, la verdad de los fenómenos. Fue el mismo Newton quien dirigió la gran cruzada contra el esencialismo, quien extendió el término «conocimiento» hasta que incluyera a las verdades probadas sobre las apariencias, o verdades probadas que no son verdaderamente últimas [9]. Llamaré «*positivismo defensivo*» a esta posición de Newton [10].

---

no epistemológico, denominaban «escépticos» a sus oponentes eclesiásticos. Debido a esta situación es muy importante referir los términos «dogmático» y «escéptico» a dominios específicos.

7 La batalla más dramática se produjo entre el dogmatismo teológico y el científico y culminó con el juicio de Galileo.

8 El término es de Popper (cf. Popper, 1945, vol. 2, cap. 11, o bien Popper, 1963a, pp. 103 y ss.). Su origen está en la afirmación de Aristóteles: «Conocemos una cosa sólo cuando conocemos su esencia» *(Metaphysics,* 1031b7).

9 Cf. *abajo,* pp. 260 y ss.

10 Cf. *abajo,* sec. 2a).

b) El justificacionismo psicologista

Como ya indiqué los dogmáticos establecen criterios muy exigentes para el conocimiento. El dogmatismo alcanzó su cúspide en las convulsiones de las guerras de religión del siglo XVI. Definitivamente se entendió que el conocimiento religioso era cierto y último. Como dijo Lutero, «un cristiano... debe tener certeza de lo que afirma o no es un cristiano» [11]. La menor duda es causa de anatema: «anatema para el cristiano que no esté cierto de lo que se supone que cree, y que no lo comprenda» [12]. Para alcanzar el cielo, por tanto, se requieren conocimientos religiosos ciertos; la duda y, por supuesto, el error, originan la condenación eterna.

En el siglo XVII el conocimiento científico era considerado por la mayoría de sus representantes como parte integral del conocimiento teológico: la mayor parte de los científicos, como Descartes, Kepler, Galileo, Newton y Leibnitz buscaban el esquema divino del universo [13]. Por ello también del conocimiento científico se suponía que había de ser probado y último. Como explica MacLaurin, la Filosofía Natural nos conduce

> «al conocimiento del Autor y Rector del universo. Investigar la naturaleza equivale a indagar en su creación... las nociones falsas de la Filosofía Natural pueden conducirnos al ateísmo o sugerirnos opiniones relativas a Dios y al universo que tengan consecuencias peligrosas para la humanidad, y con frecuencia han sido utilizadas para defender tales opiniones» [14].

El problema de si la verdad última era contingente o necesaria; esto es, si Dios creó el mundo con entera libertad o no, constituyó una cuestión central para los teólogos-científicos del siglo XVII. Los newtonianos defendían la primera opción y los cartesianos la segunda.

Por tanto, la epistemología justificacionista tiene dos problemas principales [15]: cómo descubrir la Verdad (última) y cómo probar que *es* la Verdad. La epistemología justificacionista puede caracterizarse por sus dos problemas principales: 1) *el problema de los fundamentos del conocimiento (la lógica de la justificación),* y 2) *el problema del*

---

[11] Cf. Lutero (1525), p. 603.

[12] *Ibid.,* p. 605.

[13] Sobre la decadencia de la tradición rival, instrumentalista y falibilista de Copérnico y otros, cf. más *abajo,* pp. 254 y ss.

[14] MacLaurin (1748), pp. 3-4.

[15] Por supuesto, el justificacionismo no nació en el siglo XVI. Sus orígenes se remontan a la antigüedad; después de todo, el archidogmático fue Aristóteles y el archiescéptico fue Pyrrón. Pero para apreciar el clima intelectual en que se originó la ciencia newtoniana es mejor limitarse a la versión moderna del justificacionismo.

crecimiento del conocimiento (el problema del método, la lógica de la investigación, la heurística).

La «lógica de la justificación» había de solucionar el problema de cómo reconocer la verdad cuando ésta ha sido descubierta. El único paradigma del conocimiento existente, la geometría de Euclides, estaba organizado deductivamente. Esto sugería una solución obvia: establecer algunos cimientos de verdad (llamémosles *proposiciones básicas)* y un mecanismo garantizado de transmisión de la verdad desde tales proposiciones básicas a otras proposiciones; alguna clase de lógica infalible. Pero ¿dónde se debían buscar las proposiciones básicas?, ¿entre las proposiciones potentes de gran contenido...? En tal caso, la luz natural e inmediata de la intuición debe ser muy fuerte para establecerlas. ¿Debemos buscarlas entre las proposiciones más débiles y cuasi-tautológicas de escaso contenido...? En tal caso, la lógica debe ser muy poderosa para incrementar su contenido de verdad en el proceso de transmisión. El problema principal de la escuela de pensamiento favorable al primer enfoque era justificar sus *proposiciones básicas;* el problema principal de la escuela que favorecía el segundo era justificar una *lógica* inductiva capaz de incrementar contenidos [16].

Pero ¿cómo podemos «probar» que una proposición básica es *verdadera* (aunque no sea en un sentido último)?, ¿cómo podemos *probar* que una inferencia es válida?

Los dogmáticos estaban claramente divididos en esta cuestión. Algunos pensaban que ambas cuestiones podían ser decididas haciendo que alguna mente objetiva, que posiblemente podía ser representada por una máquina, inspeccionara las *proposiciones (o inferencias) en sí mismas (como si existieran en el «tercer mundo»)* [17]. Ciertamente, y como se descubrió tres siglos después, una parte importante de la lógica podía ser revisada de este modo, al menos en un sentido débil. Pero el sueño de Leibnitz de una máquina de decisión universal que decidiría la verdad o falsedad de cualquier proposición nunca se ha materializado. Así fue como los dogmáticos acudieron a un criterio distinto, psicológico, propio del «segundo mundo» [18].

Para entender este criterio debemos recordar que los dogmáticos siempre han mantenido que hay ciertas facultades humanas (los sen-

---

[16] Esta demarcación de las dos escuelas contrasta fuertemente con la distinción tradicional racionalista-empirista (o más bien, intelectualista-sensacionalista). Esta demarcación tradicional se define en términos psicologistas, mientras que la nuestra se define en términos popperianos lógicos y objetivos que, naturalmente, entonces no existían.

[17] Cf. Popper (1972), caps. 2 y 3.

[18] *Ibid.*

tidos, el intelecto o la aptitud para recibir comunicación divina) que, de forma separada o conjunta, capacitan a los humanos para reconocer la verdad de lo que llamamos «proposiciones básicas». Pero era bien sabido que todas esas facultades pueden errar. Por ello, los dogmáticos establecieron una teoría *ad hoc:* las facultades humanas no nos engañan cuando se encuentran en un estado «saludable», «correcto», «normal» o, como se dijo más tarde, «científico». Por tanto, los enunciados básicos resultan probados si son aceptados como ciertos por una mente «saludable», «correcta», «normal» o «científica». De modo que la cuestión de si una proposición ha sido auténticamente probada o no, ha de decidirse mediante un examen de la mente del descubridor: si es «científica», la proposición es aceptada.

Todas las escuelas del dogmatismo estaban de acuerdo en que hay ciertas clases de proposiciones que pueden ser reconocidas como verdaderas por la mente correcta. Pero diferían sobre la *clase de los enunciados básicos posibles* y también sobre lo que constituye la *mente correcta.* Estos dos problemas dieron pie a dos programas de investigación dogmáticos: la búsqueda de un criterio para las proposiciones básicas y la de un criterio para la mente correcta.

Había dos programas importantes centrados sobre la cuestión de las *proposiciones básicas*: uno era la búsqueda por parte de los empiristas de «enunciados de la pura sensación», el otro la de los racionalistas de primeros principios *a priori.*

Había diferentes teorías sobre el criterio de *mente correcta.* Aristóteles y los estoicos pensaban que la mente correcta es simplemente la que está sana desde un punto de vista médico; según Descartes, la mente correcta es, sobre todo, la que ha sido forjada en el fuego de la duda escéptica para encontrarse finalmente, junto con la mano guiadora de Dios, en la soledad última del pensamiento puro. Según los baconianos, la mente correcta es la *tabula rasa* desprovista de todo contenido y dispuesta para recibir sin distorsiones la impronta de la naturaleza. Por tanto, todas las escuelas del dogmatismo pueden caracterizarse por la *psicoterapia* particular con la que preparan la mente para recibir la gracia de la verdad probada en el curso de una comunión mística.

Puesto que para el justificacionismo el crecimiento del conocimiento es *eo ipso* acumulativo, no hay lugar para una lógica de la investigación distinta de la lógica de la justificación; para los justificacionistas «descubrir es probar». Lo que algunos de ellos llaman la «lógica de la investigación» o «heurística» no es normalmente sino la psicoterapia preliminar que debe preceder al inicio del crecimiento acumulativo del conocimiento. Este enfoque tiene dos consecuencias que son básicas para la perspectiva justificacionista. En primer lugar, la lógica de la investigación se convierte en una evaluación de la mente científica, en un examen no de la investigación, sino del in-

vestigador, del que se deduce si ha estado sometido de modo adecuado a la psicoterapia. De modo que una mala heurística y una falsa psicología sirven como lógica de la justificación. Segundo, si uno abandona una teoría, entonces el mismo hecho del abandono demuestra que la teoría refutada no era realmente un resultado de la comunión científica con la verdad, y que había fallado la psicoterapia. Cada cambio científico se considera entonces como una conversión de una fe falsa a otra verdadera, como un cambio desde un estado mental pseudocientífico a otro científico.

c) El falibilismo justificacionista

En el siglo XVII muchos pensadores defendieron que los criterios justificacionistas debían ser abandonados en asuntos importantes. El dogmatismo en temas religiosos, morales y políticos había originado guerras crueles, masacres y anarquía en el siglo precedente. La reacción adoptó la forma de una *ilustración escéptica y tolerante*, según la cual nadie era capaz de justificar sus propios puntos de vista de un modo tan completo como para justificar el asesinato de un oponente en razón de su herejía: todos tenían derecho a sus propias creencias [19]. La enseñanza de los antiguos escépticos sobre la falibilidad y la suspensión del juicio fue reavivada y discutida. Se pusieron en duda todas las pruebas; teológicas, científicas e incluso matemáticas.

Por otra parte, resultaba crecientemente obvio que en los asuntos humanos ordinarios no es posible suspender el juicio por carencia de *episteme:* «quien no se ponga en acción hasta saber de modo infalible que el negocio que le ocupa va a tener éxito..., tendrá poco que hacer excepto permanecer quieto y perecer» [20]. ¿Por qué entonces no aceptar con los escépticos, que no puede haber *episteme,* señalando al mismo tiempo, y contra ellos, que pueden existir *doxas* relevantes, verosímiles, que no deben ser rechazados sólo porque no son *episteme?* En el siglo XVII había muchos preparados para explorar este camino y para desarrollar alguna clase de *falibilismo.* Martin Clifford, el teólogo, escribió en 1675 que «todas las desgracias que han sido consecuencia de la diferencia de opiniones desde la Reforma proceden enteramente de estos dos errores: vincular la infalibilidad a aquello que consideramos Verdad, y la condenación de aquello que estimamos erróneo» [21]; y Glanvill, el filósofo preferido de la *Royal*

[19] «Puesto que... es inevitable que la mayoría de personas, si no todas, mantengan diversas opiniones careciendo de pruebas ciertas e indudables de su verdad, parece conveniente que los hombres retengan la paz así como los beneficios de la humanidad y de la amistad a pesar de la diversidad de opiniones». Locke (1690), IV, 16, sec. 4.

[20] *Ibid.,* IV, 14, sec. 1, citado en Laudan (1967), p. 214, n. 12.

[21] Martin Cliffofrd (1675), p. 14. Citado en Popkin (1964), p. 16.

Society, argumenta en el mismo año: «Si yo dijera que de nuestros experimentos e investigaciones no debemos esperar sino gran verosimilitud y grados tales de probabilidad que puedan obtener un asentimiento esperanzado, esta modestia e incertidumbre no harían de mí un *escéptico* porque éstos enseñaron que ninguna cosa era más probable que otra, de modo que negaron su asentimiento a todas las cosas» [22]. Locke reservó el término «conocimiento» o «ciencia» para las verdades últimas y probadas y pensó que «la filosofía natural no puede convertirse en una ciencia» [23], pero, al contrario de los escépticos, pretendió que puede lograr «las sombras de la probabilidad» (quería decir «la probabilidad de que fuera cierta» [24]). «Siendo limitado nuestro conocimiento, deseamos algo más..., nuestro juicio compensa la falta de conocimiento» [25].

¿Cuáles deben ser los criterios para la *doxa,* para las simples hipótesis? En este punto los falibilistas del siglo XVII no tenían que iniciar ninguna investigación porque heredaron de la Antigüedad una teoría (la astronomía de Tolomeo) que aunque no era considerada como una verdad última, sí que era respetada, sin embargo, por sus éxitos predictivos o, como se decía entonces, por su capacidad para «salvar las apariencias». Según los criterios creados para juzgar tales «hipótesis», una hipótesis resultaba aceptable si era consistente con los hechos. Pero ello originaba nuevos problemas. Por ejemplo, ¿qué sucede si varias hipótesis son igualmente consistentes con los hechos? Tal situación ya se había producido con las diferentes escuelas insertas en la tradición de Tolomeo [26]. Se ofrecieron dos clases de soluciones: una fue la de Theon: adoptar la hipótesis que también fuera consistente con los primeros principios establecidos de alguna escuela dogmática [27]; la otra fue la de Tolomeo, quien sugirió elegir la alternativa más *simple* [28]. El debate entre estas dos escuelas se prolongó en la astronomía judeo-arábiga de la Edad Media. En un lado estuvieron Averroes y sus discípulos y en el otro fue Maimónides el líder más importante [29]. En realidad algunos dogmáticos trataron de dictaminar que tanto si existía una alternativa como si ese no era el caso, las hipótesis debían ser congruentes con la *episteme* establecida. Por ejemplo, en el siglo XVI los jesuitas aristotélicos propusieron los

[22] Joseph Glanvill: «Of Scepticism and Certainty» (Essay II de su [1675], p. 45).
[23] Locke (1690), IV, 12, sec. 10.
[24] *Ibid.,* IV, 15, sec. 3.
[25] *Ibid.,* VI, 14, secs. 1 y 3.
[26] Para una excelente discusión del tema, cf. Duhem (1908), esp. cap. 1, pp. 14 y ss.
[27] *Ibid.,* pp. 15-6.
[28] *Ibid.,* p. 18.
[29] *Ibid.,* cap. 2, *passim.*

siguientes criterios para la aceptabilidad de las hipótesis: deben ser consistentes 1) con los hechos: 2) con la física aristotélica; 3) con las Escrituras [30]. El segundo requisito fue abandonado más tarde y el tercero eludido por la sugerencia de Bellarmino (que tenía por objeto acomodar a la teoría copernicana) de que la *doxa* relativa a los fenómenos no puede ser inconsistente con la *episteme* sobre la realidad última. En ese caso la consistencia con los hechos (o más bien, con los fenómenos) y la simplicidad son los únicos criterios para juzgar hipótesis.

Aunque estos criterios eran muy poco satisfactorios, representaban un arranque estimulante en la tarea de elaborar criterios generales para la *doxa*. Algunos pensadores del siglo XVII estaban dispuestos a aceptar el escepticismo en materias religiosas y el falibilismo en temas científicos y prácticos y creció el interés por desarrollar algún código para evaluar la *doxa* no sólo en la Filosofía Natural, sino en el Derecho, en la Historia, etc. [31]. Pero este naciente escepticismo *cum* falibilismo pronto degeneró en una curiosa especie de cuasi-justificacionismo. Las afirmaciones falibilistas que acabo de mencionar no fueron seguidas por una elaboración de criterios nuevos e interesantes para la *doxa,* de las reglas de aceptación, rechazo, y por encima de todo, de comparación entre teorías falibles. Los falibilistas pronto desarrollaron una evaluación de la *doxa* propia del segundo mundo; la buena *doxa* es aceptada por la mente correcta, que es exactamente lo mismo que la mente correcta del justificacionista. Pero como ellos entendían que el criterio para la buena *doxa* era el mismo que el de la *episteme,* la diferencia entre este falibilismo cuasi-justificacionista y el dogmatismo era puramente verbal.

Para comprender mejor la degeneración del falibilismo temprano en un justificacionismo, hay que recordar que los esencialistas dividían las proposiciones en dos clases: las que constituyen verdades últimas probadas y las otras. Debido a esta confusión básica entre la verdad, la verdad probada y la verdad última, el problema principal del falibilismo no era tanto estimar la distancia con relación a la verdad de una proposición (normalmente falsa), como hace el concepto contemporáneo de verosimilitud de Popper [32], cuanto estimar la distancia entre una proposición y la verdad *última.* Cuando Glanvill habla sobre grados de verosimilitud o «probabilidad», está hablando de la distancia con relación a la verdad última. Todas las mejores clases de *doxa* (como la astronomía tolemaica o copernicana) se suponen

[30] Clavius (1581); analizado por Duhem, *op. cit.,* cap. 7.

[31] Cf. Popkin (1970).

[32] La «verosimilitud» de Popper es la diferencia entre los contenidos de verdad y de falsedad de una proposición. Cf. cap. 10 de su (1963a)*. El concepto de verosimilitud ha resultado ser problemático. Consúltese Tichy (1974), Miller (1974) y la discusión subsiguiente. (Editores.)

igualmente ciertas [33]: la idea de que las proposiciones falsas pueden tener importantes contenidos de verdad que pueden ser comparados, es una idea popperiana extraña a esa época. El problema de este falibilismo temprano era el de la proximidad de las proposiciones no con respecto a la verdad sino a la verdad última probada [34].

¿Qué hay de los escépticos marginales? Recordemos que aunque los falibilistas estaban dispuestos a apreciar la *doxa,* ese no era el caso de los escépticos. Y, sin embargo, de algún modo tenían que solucionar el problema de la acción práctica. Pocos escépticos mantuvieron nunca que la suspensión de la acción se sigue necesariamente de la suspensión del juicio. Ninguno de ellos elaboró la separación entre teoría y práctica de un modo tan dramático como Hume. Según Hume nuestros actos se fundamentan en creencias suministradas por la naturaleza. Una creencia sobre un hecho (o sobre un juicio de valor) es el resultado necesario de colocar la mente en (ciertas) circunstancias [35]. El escéptico pretende, por tanto, que todos los enunciados fácticos «obviamente son imposibles de *demostrar*» [36], pero pueden ser *probados* en el sentido de que pueden ser corroborados por «argumentos que proceden de la experiencia y que no dejan lugar para la duda o la oposición» [37]. De este modo las *pruebas* que suministra la naturaleza compensan la falta de *demostraciones* de la razón y el escéptico puede aceptar y actuar de acuerdo con sus creencias naturales *probadas.* En el terreno de sus investigaciones estos escépticos humeanos mitigados son escépticos genuinos: en el mundo exterior son hombres prácticos que se apoyan en las pruebas. Sin

---

[33] He aquí una cita característica: «Los mejores principios (con la excepción de los divinos y de los matemáticos) no son sino hipótesis: con su ayuda *sin duda podemos concluir muchas cosas con la certeza de vernos libres de errores.* Y sin embargo, la máxima certeza sólo es hipotética. De modo que podemos afirmar que las cosas son de tal y cual modo, según los principios que hemos adoptado. Pero sorprendentemente nos olvidamos de ello cuando apelamos a una *necesidad* de que sean así en la Naturaleza y a una *imposibilidad de que sean de otro modo»* (Glanvill, 1965 [el subrayado es mío], citado en Laudan, 1967, p. 220). De modo que para Glanvill y para la mayoría de sus contemporáneos algunas hipótesis pueden ser enunciados que, aunque no «necesarios» (esto es, probados), sin embargo, «están libres de errores». Laudan se olvida de esta posibilidad en su interesante (1967).

[34] Por supuesto, si uno desea reservar el término «verdad» para la verdad última y probada, no puede decirse que las astronomías de Tolomeo y Copérnico sean «verdad»; si, sin embargo, y por razones comprensibles, uno no desea llamarlas «falsas», tiene que decir que no son ni ciertas ni falsas. De modo que esta terminología característica de los siglos XVI y XVII se debía a la identificación de la verdad con la verdad última y probada.

[35] Hume (1777), V, parte I, p. 46.

[36] *Ibid.,* XII, parte III, p. 164; el subrayado es mío.

[37] *Ibid.,* p. 56, n. 1.

embargo, el criterio para distinguir una «prueba» es psicologista, y ese psicologismo no se puede distinguir del psicologismo justificacionista. La separación de Hume entre teoría y práctica es, de hecho, la separación entre una teoría escéptica y una práctica dogmática basada en «hipótesis moralmente ciertas» [38].

Esta extraña unificación de falibilismo y escepticismo bajo el signo del justificacionismo es responsable de muchas confusiones en la historia de las ideas. ¿Por qué se produjo? ¿Por qué el falibilismo y el escepticismo cedieron ante el dogmatismo? La respuesta es sencilla: *Newton.* El éxito newtoniano derrotó al escepticismo y al falibilismo [39], revitalizó al justificacionismo durante doscientos cincuenta años más; convirtió a la ilustración tolerante en una ilustración militante y retrasó hasta Einstein (y Popper) el desarrollo esencial del falibilismo genuino.

2. Metodología *versus* método en Newton

a) El problema de Newton: el conflicto entre criterios y realizaciones

Las grandes obras de arte pueden cambiar los criterios estéticos y las grandes realizaciones científicas pueden cambiar los criterios científicos. La historia de los criterios es la historia de la interacción crítica (y no tan crítica) entre criterios y realizaciones.

La teoría de Newton, según los criterios justificacionistas de su época, no constituía conocimiento. O bien había que rechazar la teoría de Newton o las reglas críticas justificacionistas habían de desaparecer para ser sustituidas por criterios que se ajustaran a la realización. De hecho, el resultado fue un curioso compromiso: con el nombre de «escepticismo mitigado» o «positivismo» se estableció una versión menos exigente del justificacionismo, y con un sorprendente *lebensluge* se acordó que la teoría de Newton se ajustaba de modo excelente a tales criterios menos estrictos. La mentira se mantuvo durante siglos.

---

[38] El uso de este término por Descartes y los cartesianos indicaba con qué naturalidad emergieron las ideas de Hume del cartesianismo.

[39] Como dijo MacLaurin en 1748: «La variedad de opiniones y las disputas permanentes han inducido a muchos (tanto ahora como en épocas pasadas) a pensar que constituye un vano empeño el tratar de conseguir la certeza en el conocimiento natural y a imputar esta situación a alguna deficiencia inevitable de los principios de la ciencia. Pero acontece..., como hemos aprendido de Sir Isaac Newton, que la falta radica en los filósofos mismos y no en la filosofía» (MacLaurin, 1748, pp. 95-6).

Para comprender el compromiso newtoniano consideremos las formas habituales de crítica científica empleadas en el siglo XVII. Los escépticos científicos utilizaban el método venerable de la *regresión infinita de pruebas y definiciones:* se complacían en señalar las premisas supuestamente no probadas en el argumento del oponente y exigían la prueba; apuntaban los términos supuestamente no definidos y requerían una definición. Sin embargo, estas críticas pronto resultaron monótonas y poco convincentes. En alguna ocasión lograban sustituirlas por otro método: *la proliferación escéptica de teorías.* Los escépticos gustaban de mostrar que las teorías que parecían estar fuertemente corroboradas por la evidencia no eran las únicas corroboradas por tal evidencia: cualquier hecho (o fenómeno) puede ser explicado de modos distintos y en tal *impasse* epistemológico la única cosa racional que podemos hacer es suspender el juicio. La proliferación escéptica de teorías no busca la creación de conjeturas mejores (para el escéptico todas las conjeturas valen lo mismo), sino que trata de desacreditar, hacer dudosas, «refutar» y eliminar a todas ellas. Pero, de hecho, no se creó ninguna teoría capaz de «neutralizar» a la de Newton.

Fueron más peligrosas las críticas de los escépticos científicos, quienes eran dogmáticos en religión. Señalaron la inconsistencia de la teoría de Newton con la teología.

Pero la crítica que preocupó a Newton mucho más que los ataques escépticos fue la de sus colegas, los filósofos de la naturaleza, que eran dogmáticos en temas de su especialidad. Nada puede ser tan amenazante para una escuela dogmática de pensamiento como la crítica interna, porque tal crítica pone en peligro la supervivencia de su programa de investigación. La amenaza principal procedía de los racionalistas cartesianos. Este texto se centra (como hicieron los mismos newtonianos) en tal amenaza.

b) Los newtonianos contra la crítica metafísica

El arma principal de los racionalistas cartesianos era la crítica metafísica (o esencialista). Esta crítica apuntaba al supuesto de que sólo las verdades últimas merecen ser aceptadas como parte del conocimiento y al de que los rasgos generales de la estructura «esencial» del universo son reconocibles *a priori.*

Los cartesianos sabían muy bien que podemos «salvar los fenómenos» de muchas formas distintas por medio de hipótesis diferentes. Pero *sólo* esto no es ciencia. La ciencia comienza con las primeras hipótesis que realmente pueden ser deducidas de los principios fundamentales, claros y distintos (posiblemente con ayuda de algún

modelo auxiliar plausible). De este modo la hipótesis (la causa «mediata») queda *probada* (y mediante esa prueba resulta inteligible).

Los cartesianos también pensaban que las causas mediatas podían ser inducidas a partir de los fenómenos; más aún, que algunas causas mediatas sólo pueden ser inferidas a partir de los experimentos. Pero por estimulantes que resultaran tales inducciones preliminares, no constituyen *pruebas*. Y mientras no haya pruebas el resultado sólo constituye una hipótesis y no ciencia. Los cartesianos pretendieron que la teoría newtoniana no había sido probada, en su sentido, puesto que no era derivable de la metafísica cartesiana.

Ya en 1688 la primera recensión francesa de los *Principia* de Newton señala que su teoría de la gravitación «no ha sido probada, por lo que la demostración que depende de ella sólo puede ser parte de la mecánica» [40]. Huygens, en una carta a Leibnitz de 1690 sobre el «principio gravitacional» de Newton, escribe que a menudo «se preguntó cómo él (Newton) podía haberse tomado el trabajo de realizar un número tan grande de cálculos difíciles e investigaciones sin otro fundamento que aquel principio» [41]. Huygens se opuso firmemente a la teoría de Newton. Leibnitz, en 1711, en una carta a Hartsoeker, escribió que «el método de quienes dicen, de acuerdo con el *Aristarchus* de M. de Roberval, que todos los cuerpos se atraen por una ley de la naturaleza que Dios creó en el principio de los tiempos... (mantienen) una ficción inventada para defender una opinión mal fundamentada» [42].

Tales críticas hacen un daño terrible al progreso de un programa de investigación. Los programas de investigación son entidades frágiles y una crítica excesivamente severa puede impedir que personas con talento trabajen en él y lo desarrollen: pueden preferir trabajar para programas rivales o buscar otros nuevos. Los problemas y las técnicas necesarias para la solución de aquéllos son muy distintos (si uno trata de explicar los fenómenos con la ayuda de) los vórtices cartesianos (que si uno intenta explicarlos usando) las fuerzas newtonianas, y tanto Newton como los newtonianos se desesperaron al ver desacreditado su punto de vista. La carta de Leibnitz escrita en 1711 y publicada en las *Memoires of Literature* de 1712 encolerizó a

---

[40] Cf. Koyré (1965), p. 115.

[41] *Ibid.*, pp. 117-18.

[42] *Ibid.*, p. 141. Puede que convenga señalar que la crítica metafísica puede ser formulada como una exigencia de inteligibilidad. Los cartesianos rudimentarios (como Leibnitz) se opusieron a la gravitación newtoniana debido a que la atracción no era inteligible en sus propios términos. Los cartesianos *sofisticados* (como el mismo Newton) entendieron que había que hacerla inteligible mediante una explicación inteligible. También cf. más *abajo*, pp. 260 y ss.

Cotes, quien inmediatamente la puso en conocimiento de Newton [43]. Newton decidió que había que hacer algo.

¿Qué podían hacer los newtonianos...? Por supuesto, podían tratar de ofrecer una prueba cartesiana para su teoría de la gravitación *antes de continuar con su programa de investigación*. En realidad, el mismo Newton adoptó este camino. Interrumpió el trabajo en su programa para trabajar duramente (y según él mismo confiesa, sin éxito) durante muchos años en tal prueba cartesiana [44].

Más tarde los esfuerzos de Newton desconcertaron a sus sucesores, que habían nacido en un mundo dominado por el crecimiento espectacular de su programa de investigación y no por la filosofía cartesiana y que estimaban que sus principios no sólo habían sido perfectamente probados sino que eran completamente inteligibles y no requerían de explicaciones adicionales. Pero el mismo Newton y sus discípulos personales nunca consideraron la teoría de la gravitación sino como una solución intermedia.

Aún en 1693 advertía:

> «El que la gravitación sea innata, inherente y esencial a la materia de tal modo que un cuerpo pueda actuar sobre otro a distancia y a través del vacío, sin mediación de cosa alguna, por medio de la cual su acción y fuerza puede transmitirse a otra, constituye para mí tan gran Absurdo que entiendo que ningún hombre pueda creerlo si posee capacidad de raciocinio en temas filosóficos [45].»

Newton se esforzó mucho para convencer a sus admiradores de que *no* ignoraran la crítica cartesiana. De hecho la última frase de la exposición de Pemberton de su teoría es ésta: «El aceptar como explicación de cualquier apariencia la noción de que existe un poder general de atracción no constituye una mejora de nuestro conocimiento filosófico, sino más bien un punto final para la investigación ulterior [46].» Pero después de que los newtonianos fracasaran en sus esfuerzos continuados, se convencieron de que la tarea de «explicar» la gravedad (esto es, explicarla de modo inteligible) debía quedar para generaciones futuras y de que su programa de investigación podía continuar, sin embargo. La crítica metafísica como fundamento para rechazar una teoría, o mejor, para detener o retrasar un programa de investigación, debe ser ignorada, por tanto. Por ello, aunque aceptando que su ley podía y debía recibir explicaciones adicionales, propuso debilitar el concepto cartesiano de «prueba» (esto es, el cri-

---

[43] Cotes (1712-13).
[44] Cf. e. g. Jourdain (1915).
[45] Carta a Bentley, 25 de febrero de 1693; Cf. Cohen (1958), pp. 302-03.
[46] Pemberton (1728), p. 407.

terio de aceptabilidad científica) al exigir para las proposiciones sólo una prueba empírico-experimental y no racional-metafísica. Esta fue la motivación crucial de la preocupación metodológica de Newton, que creció bruscamente entre la primera y la segunda edición de los *Principia:* modificar (realmente, dulcificar) los criterios de crítica de su tiempo sólo lo suficiente para salvar su programa de investigación. Por esta razón realizó los famosos cambios e inserciones en la segunda y tercera edición de los *Principia* [47] y por esta razón escribió Cotes su brillante y polémico *Prefacio* a la segunda edición.

La regla metodológica nueva y más importante que Newton insertó en la segunda edición expresa de modo muy sucinto esta modificación. Según la famosa Regla IV, no debe permitirse que la crítica metafísica nos induzca a rechazar pruebas inductivas:

«In philosophia experimentali Propositiones ex Phaenomenis per Inductionem collectae, non obstantibus Hypothesibus (contrariis) pro veris aut accurate quam proxime haberi debent, donec alia occurrerint Phaenomena per quae aut accuratoires reddantur aut exceptionibus obnoxiae. Hoc fieri debet ne argumentum Inductionis tollatur per Hypotheses [48].»

Esta regla equivale a cercenar el modelo [49] cartesiano de explicación. La escala de la ciencia (ahora se considera) que carece de límites en su cima (esto es, puede que no podamos deducir completamente las causas de los fenómenos a partir de ciertos principios fundamentales) y, sin embargo, aún podemos acceder a la ciencia: los peldaños inferiores pueden ser científicos aunque aún no exista la escala completa. El único requisito necesario es que los «fenómenos» sean ciertos y la inducción correcta. Como dice Newton:

«Por ello desearía que cesaran todas las objeciones fundamentadas en hipótesis o argumentos que no fueran estos dos: una prueba de la insuficiencia de nuestros experimentos para determinar estas *Investigaciones* o para probar cuales-

---

[47] Para una discusión de tales cambios e inserciones, cf. Koyré (1965), *passim.*

[48] Newton vaciló largamente sobre si debía incluir o no la palabra «contrariis». Finalmente decidió eliminarla (cf. Koyré, 1965, pp. 271 y ss.). Los editores Bentley y Halley la han reinsertado, pero probablemente Koyré interpretó a Newton de forma más errónea que los editores. Cf. más *abajo,* p. 263, n. 56*. La traducción de la Regla IV es: «En la filosofía experimental debemos aceptar las proposiciones inferidas del modo tan exacto y aproximadamente cierto como sea posible, mediante inducción general a partir de los fenómenos, hasta el momento en que se produzcan otros fenómenos con los que se pueda aumentar su exactitud o con los que tales proposiciones queden sujetas a excepciones. Tal es la regla que debemos seguir: el argumento inductivo no debe ser soslayado mediante hipótesis.» (Editores.)

[49] Cf. más *arriba,* p. 258.

quiera otras partes de mi teoría que apuntara los defectos y errores de mis conclusiones que han sido obtenidas a partir de aquéllos, o bien la exposición de otros experimentos que me contradigan de forma directa, si es que tal cosa ocurre [50].»

La primera clase de crítica aceptada por Newton es la crítica de sus *premisas* inductivas (que más tarde llamó «fenómenos») y de su *argumentación* inductiva; la segunda es la producción de un contraejemplo. (Esto es sorprendente. ¿No equivale la segunda a criticar el argumento inductivo...? Pronto nos ocuparemos de este problema.)

Pero la Regla IV de Newton rechaza dos clases de crítica justificacionista muy aceptadas en su época. En primer lugar, rechaza la crítica de que su teoría carece de pruebas porque no tiene premisas cartesianas evidentes y «está construida sin fundamentos» [51]. En segundo término, rechaza cualquier crítica que argumente que su teoría no sólo carece de pruebas sino que, de hecho, contradice a ciertos principios fundamentales *a priori.*

Las dos clases de críticas (que Newton rechaza) puede que se confundieran en los siglos XVII y XVIII. Si se interpreta la teoría de la gravitación como una teoría última, como una teoría que atribuye (existencia real) a la fuerza de gravitación universal, entonces ello contradice a la metafísica cartesiana según la cual sólo existen «empujes y tirones» sin acción a distancia. Sin embargo, si la interpretamos como una teoría intermedia, de forma que la fuerza de atracción debe ser explicada en términos cartesianos, entonces *no contradice* a la filosofía cartesiana; según esta interpretación, «atracción» sólo es una palabra que «alude a algo real pero cuya significación es confusa» [52] y que fue elegida como un «término cómodo... para evitar circunloquios tediosos e inútiles» [53].

Sin embargo, la interpretación esencialista de las definiciones [54] era tan dominante en aquel tiempo que resultaba difícil comprender la segunda postura. Por esta razón dudó Newton sobre la inclusión de *contrariis* en su regla IV [55]. Su decisión final de eliminarla se (basó en el hecho de que) al hacerlo otorgaba a la Regla una forma

---

[50] Carta a Oldenburg, de 8 de julio de 1672, reimpresa en Cohen (1959), p. 94.

[51] Acerca de este despectivo comentario de Descartes sobre Galileo, consúltese su (1638), p. 380.

[52] Pemberton (1728), p. 10.

[53] MacLaurin (1748), pp. 110 y ss.

[54] Sobre el «esencialismo en las definiciones», cf. Popper (1945), vol. 2, capítulo 11.

[55] Cf. más *arriba*, p. 261, n. 48.

que habla claramente y de modo sucinto contra *ambas* clases de críticas [56].

Pero la Regla IV de Newton tiene una implicación adicional importante. Va en contra de la proliferación escéptica de teorías; (el hecho de que) alguien (pueda) presentar una hipótesis alternativa acorde con todos los fenómenos pero carente de prueba inductiva, debe rechazarse como argumento para suspender el juicio. (Además) si alguien presenta una hipótesis tal sin prueba inductiva, aunque sea cierta, no constituye un descubrimiento y carece de lugar en la historia de la ciencia (descubrir es probar). La Regla IV también implica el rechazo de la inducción hipotético-inductiva (o «eliminativa»), esto es, del método de probar una hipótesis refutando sus alternativas: Newton entendía que este método carecía de fuerza:

> «No puedo concebir que sea efectivo para determinar la verdad el realizar un examen de los varios modos mediante los que pueden ser explicados los fenómenos a menos que pueda llegarse a una enumeración perfecta de tales modos... Como sabéis, el método adecuado para *investigar* las propiedades de las cosas... no es deducirlas por medio de la refutación de suposiciones contrarias, sino derivarlas de los Experimentos que tengan conclusiones positivas y directas [57].»

Esta metodología nos permite entender la irritación de Newton en su discusión con Hooke acerca de prioridades. La disputa comenzó con la carta de Halley a Newton de 22 de mayo de 1686 sobre la recepción de sus *Principia* en la *Royal Society*. Halley informó a Newton de que según los comentarios de Hooke, éste tenía «algunas pretensiones» [58] respecto al descubrimiento de la fórmula del inverso del cuadrado de la ley de gravitación. Hooke afirmaba que Newton había tomado de él la ley y que «sólo la demostración de las curvas generadas a partir de la ley pertenecía enteramente a Newton» [59] y confiaba en que, al menos, sería citado por Newton en el *Prefacio*. La carta hacía ver, sin duda alguna, que Halley simpatizaba con Hooke. Es muy conocida la réplica de Newton y también la segunda carta de Halley en la que pedía a Newton que «no se dejara llevar tan lejos por su resentimiento» [60]; como es sabido, Newton finalmente aceptó incluir en la primera edición la siguiente frase: «La

---

[56] Koyré pensó que la Regla era «probablemente una alusión a los principios de conservación de Descartes y Leibniz» (*op. cit.*, p. 271). De modo que Koyré se equivocó completamente.

[57] Carta de 8 de julio de 1672; reproducida en Cohen (1958), p. 93.

[58] Brewster (1855), vol. 1, p. 308.

[59] *Ibid.*

[60] Brewster, *op. cit.*, p. 310.

ley de gravitación del inverso del cuadrado se cumple para todos los movimientos celestes, como también fue descubierto de forma independiente por mis compatriotas Wren, Hooke y Halley[61].» Hasta aquí cuenta Brewster la historia[62]. Pero los reconocimientos de Newton *no eran enteramente sinceros; pensaba que sus precursores* no los merecían: el auténtico descubridor era él. Las reglas metodológicas de la segunda edición eliminaban, por implicación, los reconocimientos anteriores que se había visto obligado a realizar: una hipótesis carente de prueba inductiva experimental no constituye un descubrimiento[63].

Esta discusión muestra que hay mucha metodología condensada en la Regla IV de Newton. Prácticamente la Regla demanda la prohibición de casi todas las críticas posibles y, por implicación, solicita que los esfuerzos se concentren en el desarrollo de su programa de investigación. Kuhn está muy próximo a la verdad histórica (por lo que se refiere a este contexto particular e importante) cuando afirma que «la ciencia comienza cuando cesa la crítica»[64]; ciertamente la ciencia newtoniana comenzó cuando fueron estrangulados tanto la crítica metafísica como los intentos de proliferar los programas de investigación. Feyerabend correctamente acusa a la Regla IV de Newton de monismo teórico[65].

En resumen: los metodólogos newtonianos, en general, se preocuparon por desacreditar y eliminar las clases de crítica más peligrosas dirigidas contra su programa de investigación. El mismo Newton previó las dificultades de actuar de forma distinta: «Creo que un hombre debe decidir entre no aportar nada nuevo o convertirse en un esclavo que defiende lo aportado[66].» El objeto principal de la polémica metodológica newtoniana fue persuadir a los cartesianos a que «actúen limpiamente y no nos nieguen a nosotros la misma libertad que reclaman para ellos. Puesto que a nosotros nos parece cierta la filosofía newtoniana, seamos libres para aceptarla y conservarla»[67].

---

61 Newton omitió a extranjeros como Borelli, Ballialdus y Huyghens.

62 Brewster, *op. cit.*, pp. 307 y ss.

63 Es cierto que Hooke nunca dispuso de las matemáticas necesarias para *deducir* la ley del inverso del cuadrado a partir de una elipse, aunque podía haberla deducido a partir de un círculo (cf. Bonnar y Phillips, 1957, p. 85). Pero como en cualquier caso la fórmula completa no puede ser probada mediante las tres leyes de Kepler, debemos rechazar esta defensa newtoniana de sus derechos sobre la ley de la gravitación. Esta superioridad sólo puede explicarse con la ayuda del concepto de «programa de investigación»; cf. cap. 1.

64 Cf. su (1970a), p. 6: «Es precisamente el abandono del discurso crítico lo que señala la transición a la ciencia.»

65 Cf. su (1970c).

66 Newton (1676).

67 Cotes (1717), p. XXVII.

Esta es la razón por la que se vieron obligados, casi contra su voluntad, a oponerse a la tiranía de los principios fundamentales, evidentes en sí mismos y apriorísticos, y a cambiar, por ello, los criterios de la prueba y de la crítica científica y, realmente, el concepto mismo de conocimiento.

En un primer momento, y por razones obvias, denominé a esta concepción newtoniana del conocimiento «justificacionismo anti-esencialista». Este término tenía todas las connotaciones popperianas correctas pero sonaba excesivamente alemán, de modo que, finalmente, opté por «positivismo defensivo». Este tenía la desventaja de que el carácter «justificacionista» de esta posición no figura en el nombre y la ventaja de que acentúa la diferencia entre el positivismo defensivo del final del siglo XVII y el positivismo agresivo del siglo XIX y de principios del siglo XX. El primero constituyó un intento de eliminar la presión de los «principios fundamentales» y de defender la investigación de bajo nivel motivada empíricamente; el segundo pretendía eliminar enteramente los «principios fundamentales» y destruir cualquier investigación de nivel elevado y motivaciones metafísicas. (Me pareció importante acentuar esta separación, dados los esfuerzos conocidos de los positivistas agresivos para identificar ambas tendencias haciendo de Newton uno de sus precursores.)

c) La noción de Newton de la prueba experimental y su «credo quid absurdum»

El positivismo defensivo de Newton se dirigió contra un aspecto único, aunque importante, del justificacionismo de su tiempo. Pero aunque se negó a aceptar que una teoría está probada *sólo* si está probada mediante premisas «apriorísticas de nivel elevado» [68] (por usar la jocosa expresión de Pope) pensaba, sin embargo, que en la ciencia sólo hay lugar para las proposiciones probadas. Pero sus criterios de prueba científica («las pruebas experimentales») eran más débiles que las de los aristotélicos-cartesianos. Examinemos más de cerca estos criterios.

El tema más interesante que sorprende al lector es que Newton no creía que sus «pruebas experimentales» fueran tan decisivas como las pruebas cartesianas. Realmente, y según él, «la argumentación a partir de experimentos y observaciones, mediante inducción, no constituye una demostración de las conclusiones generales» [69], aunque la

[68] *The Dunciad,* libro IV, I, p. 471.
[69] Query 31 en su (1717), p. 404.

prueba inductivo-experimental «es la máxima evidencia con que puede contar una proposición en (mi) filosofía» [70].

Tras estas afirmaciones no debe sorprendernos el que Newton nos advierta de que sus pruebas válidas pueden tener «excepciones» o, como ya mencionamos, el que invite a realizar dos clases *distintas* de críticas a sus pruebas inductivas; la que consiste en examinar sus premisas y la validez de sus inferencias, y la que actúa por medio de contraejemplos [71]. ¿Cómo explicar esta extraña dicotomía y el supuesto implícito de que una prueba experimental puede ser válida y conducir, sin embargo, a conclusiones falsas?

La solución más obvia parece ser la que más tarde propuso Hume [72]. La posición de Hume puede describirse como la sugerencia de que una prueba válida inductivo-experimental no es una relación del tercer mundo entre dos proposiciones, una cierta A, y otra correctamente derivada, B, sino una relación psicologista entre una creencia «cierta» en A y otra creencia «cierta» en B, esta última estableciéndose mediante una «operación de la mente» que conduce de A a B y que obtiene la aprobación absoluta de una mente *científica* [73].

Pero en este caso resulta claro que no existen garantías de que los argumentos válidos, determinados por las leyes de la mente científica, suministren proposiciones ciertas. En este caso puede suceder que tengamos dos proposiciones inconsistentes, A y B, y que ambas estén fundamentadas mediante pruebas experimentales válidas. Según Newton, los fenómenos siempre son ciertos y lo peor que puede suceder a una «generalización inductiva» es que el «dominio de validez» de una afirmación inductiva «cierta» deba ser restringido mediante excepciones [74].

El psicologismo inherente al concepto de Newton de prueba experimental le sitúa en la categoría del falibilismo justificacionista [75]:

---

[70] Newton (1713), p. 155.

[71] Cf. e. g. Newton (1672), p. 94.

[72] Cf. más *arriba*, p. 256.

[73] Deseo distinguir entre conceptos *psicológicos*, claramente pertenecientes al segundo mundo, como «creencia» y conceptos *psicologistas* como «creencia racional» en el sentido de «creencia de una mente clara». Mientras que la psicología puede definirse como la teoría de la mente, el *psicologismo* es la teoría de la mente «sana», «normal», «clara», ideal», «vacía», «purgada», «sin prejuicios», «objetiva», «racional» o «científica».

[74] Ciertamente Newton pretendió que su ley de gravitación era cierta. En su recensión anónima del *Commercium epistolicum* escribe sobre sí mismo: «Uno se maravilla de que la teoría de Mr. Newton fuera desacreditada porque no explica mediante hipótesis las causas de la gravedad; como si fuera un crimen contentarse con la certeza y prescindir de lo incierto.» Discutí esto en detalle en mi (1963-64), especialmente en la Parte II.

[75] Cf. más *arriba*, pp. 253 y ss.

los criterios de Newton son los del falibilismo justificacionista. No son criterios propios del tercer mundo, sino criterios psicologistas. La prueba de los fenómenos queda garantizada por la «ausencia de tendencias especulativas», «la minuciosidad» y «la habilidad para la experimentación»; la prueba de la generalización inductiva está garantizada por la «prudencia» y «sagacidad» del teórico [76]; estas pruebas podrían llamarse «pruebas del pedigree» [77]. Las leyes de Kepler quedaban probadas por la «fiabilidad» de Kepler como observador; las de Newton, por la «sagacidad» de Newton para realizar inferencias inductivas.

Pero la afición de Kepler a la especulación y, por ello, su escasa fiabilidad como observador, eran ya demasiado conocidas (como para que se creyera esta explicación); también se sabía que Kepler había producido otras muchas leyes (así, que «los cometas se mueven en línea recta», o bien sus leyes musicales del firmamento) [78] que los newtonianos nunca se molestaron en mencionar. Por tanto, tenían que explicar por qué razón tres de las múltiples leyes de Kepler eran consideradas como «el fundamento sólido e indestructible de la astronomía moderna» [79]. Y lo consiguieron mediante la teoría de la *conversión (temporalmente estricta)* de Kepler, que de un Saulo especulativo pasa a ser un Pablo inductivista merced a la influencia de una carta de Tycho Brahe. En esa carta Brahe aconsejaba a Kepler que abandonara la especulación en favor de las observaciones [80]. (Kepler, según la continuación de la historia, hizo precisamente lo que se le pedía y por ello sus) tres leyes no se fundamentan en teorías de ninguna clase sino que constituyen resúmenes de hechos observados [81].

Por supuesto, las tres leyes de Kepler eran falsas y para 1686 ya era pública su falsedad; esto es, se sabía que los planetas no se

---

[76] Por cierto, la asociación de *teoría* y *falibilidad* es muy reciente; originalmente «teoría» era sinónimo de «teorema».

[77] Cf. Popper (1963a), pp. 25 y ss., y Agassi (1963), pp. 12 y ss.; se trata de la exposición clásica de este concepto por Popper y de la excelente elaboración del mismo por Agassi, que cuenta con ilustraciones históricas.

[78] Kepler (1619).

[79] Tributo de Argo a Kepler, cf. W. C. Rufus (1931), p. 34.

[80] Tycho, en la carta, y como nos dice el mismo Kepler, recomendaba a Kepler «establecer en primer término un fundamento sólido para sus puntos de vista mediante las observaciones reales y tratar, a partir de éstas, de alcanzar las causas de las cosas». Según Brewster, «gracias a la magia de esta filosofía baconiana anticipada en unas líneas, Kepler abandonó por algún tiempo sus especulaciones de visionario»; «por algún tiempo», esto es, durante el tiempo suficiente como para descubrir sus tres leyes sobre el movimiento planetario (Brewster, 1855, I, p. 265).

[81] Lamb (1923), p. 231.

mueven en elipses perfectas [82], que los cambios en las velocidades de Júpiter y Saturno no se ajustaban a la «segunda ley» [83] y que también el movimiento de la luna era muy distinto del previsto en un modelo kepleriano simple [84]. La mente de compartimentos estancos de Newton no puede quedar mejor caracterizada que mediante la contrastación de Newton, el metodólogo que decía derivar sus leyes de los fenómenos de Kepler, y Newton, el científico, quien sabía perfectamente que sus leyes *contradecían directamente* a tales fenómenos. Recordemos su enunciado claramente condicional del tipo «como si» indicativo de que su derivación sólo se aplicaba a un modelo rudimentario de sistema planetario con un sol *fijo* y con planetas que no se atraen entre sí: «*si* el sol no se *moviera* y los planetas no *actuaran* unos sobre otros, sus órbitas serían elipses que tendrían al Sol en su foco común y que describirían áreas proporcionales al tiempo» [85]. Los condicionales son dramáticamente contrafácticos: la tercera ley de la dinámica de Newton *impide* la existencia de un sistema planetario con un Sol en reposo (i.e., sólo con fuerzas heliocéntricas y sin fuerzas que actúen desde los planetas hacia el Sol) y la teoría newtoniana de la gravitación universal *impide* la existencia de un sistema planetario en el que sólo existan fuerzas heliocéntricas y no interplanetarias. Pero entonces es falsa la afirmación de Feyerabend, según la cual Newton, adoptando los Fenómenos como fundamento de su teoría, «convierte a una parte de la nueva teoría en su propio fundamento» [86]; Newton convierte a la *negación* de su nueva teoría en su propio fundamento.

Por cierto, una de las razones por las que los newtonianos no se preocuparon por esta situación absurda fue que les preocupaba más la *falta de pruebas* de sus Fenómenos que su falsedad. Recordemos una vez más que en el siglo XVII ambas eran acusaciones *igualmente* serias. Las leyes de Kepler relativas a los planetas implicaban que la Tierra y los planetas se desplazan en una órbita alrededor del Sol; los eclesiásticos insistieron en la falta de pruebas de esta afirmación. Estoy convencido de que por ello Newton comienza a exponer

[82] El mismo Kepler advirtió en 1625 que las órbitas de Saturno y Júpiter no son elipses.

[83] Halley menciona en 1676 que Saturno había reducido su velocidad y que Júpiter la había aumentado desde los tiempos de Kepler.

[84] Halley, de nuevo, quien gustaba de contrastar observaciones antiguas, observó que la Luna se acelera con el transcurso de los siglos.

[85] Ésta es la segunda frase que sigue a la Proposición XIII, Teorema XIII del Libro III de los *Principia* (el subrayado es mío), p. 421. *Es irónico que el teorema sea la misma frase repetida en el modo categórico una vez eliminadas las cláusulas condicionales.*

[86] Consúltese su fascinante (1970c). Sobre este artículo, cf. también y más *abajo*, p. 272, n. 98.

sus Fenómenos por los planetas «circunjoviales» y «circunsaturnales» (Fenómenos I y II) y deja los planetas primarios para el Fenómeno III: los enunciados sobre los dos primeros estaban mucho mejor probados por las observaciones telescópicas de Galileo. Realmente si se examinan cuidadosamente los Fenómenos II, IV y V, éstos no enuncian las leyes de *Kepler* referentes a los planetas primarios. Kepler era un copernicano convencido en el sentido de que supuso un sol fijo y un universo heliocéntrico. El punto de partida de Newton es más débil: su Fenómeno III establece que los «cuernos», análogos a los lunares, de los planetas primarios, prueban que éstos circundan al Sol tanto si el Sol se mueve alrededor de la Tierra como si no; sus Fenómenos IV y V afirman explícitamente que los enunciados sobre los períodos y las áreas barridas por los radios desde los planetas al Sol, son independientes de que el Sol se mueva alrededor de la Tierra o la Tierra alrededor del Sol [87]. Para *probar* (de forma aproximada) las leyes de Kepler en sus interpretaciones heliocéntricas originales, descubrió que necesitaba, por lo menos, una «hipótesis» no probada: que «el centro del sistema del mundo es inamovible». Añade a su famosa *Hipótesis I:* «Esto es aceptado por todos, mientras que unos pretenden que la Tierra y otros que el Sol está fijo en aquel centro.» Pero si uno acepta esta proposición, reconocidamente hipotética, la heliocentricidad del universo, como prueba Newton, se sigue lógicamente: con esta soberbia exhibición de diplomacia Newton aceptó que la heliocentricidad es hipotética pero fundamentada en una hipótesis muy, muy débil (esto es, muy plausible) [88].

Esto por lo que se refiere a los «enunciados básicos» de Newton: los *Phenomena.* Pero incluso si los *Phenomena* fueran enunciados ciertos, ¿se seguiría lógicamente la teoría de Newton a partir de ellos? La ley del inverso del cuadrado realmente se sigue del modelo que consiste en un Sol fijo y un planeta único (o en varios planetas que no interaccionan). Pero en la ley de gravitación de Newton hay mucho más que la relación del inverso del cuadrado: la ley de Newton

[87] Citaremos ambos: *Fenómeno IV*: «Permaneciendo inmutables las estrellas fijas, los períodos de los cinco planetas primarios y *(tanto del Sol alrededor de la Tierra, o)* de la Tierra alrededor del Sol son proporcionales a sus distancias medias desde el Sol elevadas a 3/2» (p. 404; el subrayado es mío); *Fenómeno V:* «Por tanto, los planetas primarios, *con los radios trazados a la Tierra, describen áreas en modo alguno proporcionales a los tiempos; pero las áreas que describen con los radios trazados al Sol son proporcionales a los tiempos descritos*» (p. 405, el subrayado es mío).

[88] Koyré explica por qué califica Newton de «hipótesis» a la tesis sobre la inmovilidad del centro del universo, al afirmar que Newton, *sin duda,* sabía perfectamente que después de todo podía ser enteramente falsa» (Koyré, 1965, p. 40; el subrayado es mío). ¿Lo sabía? En este caso Koyré utiliza la expresión «sin duda» como resumen de la frase compleja «aunque yo no tengo argumentos o evidencia que apoyen este supuesto completamente arbitrario».

involucra masas gravitacionales [89]. ¿Cómo puede ser que una conclusión, deductiva o inductiva, inferida válidamente, contenga términos (esenciales) no incluidos en las premisas? ¿Cómo puede merecer un asentimiento indeclinable?

Pero si ninguna teoría puede ser probada mediante los fenómenos, entonces el criterio de demarcación de Newton entre teorías probadas y no probadas se viene abajo y cualquier teoría no refutada es igualmente buena. En tal caso, ¿actuó racionalmente al rechazar su propia explicación cartesiana de la gravitación? ¿Por qué estaba tal teoría menos probada que su ley de gravitación de bajo nivel?

La combinación esquizofrénica de la demencial metodología de Newton, que descansa en el *credo quid absurdum* de la «prueba experimental» y del maravilloso *método* newtoniano, sorprende al lector como si se tratara de una broma. Pero nadie se rió desde la derrota de los cartesianos hasta 1905. La mayoría de los libros de texto proclamaron solemnemente que, en primer lugar, Kepler «dedujo» sus leyes «de las precisas observaciones de los movimientos planetarios realizadas por Tycho Brahe»; después, Newton «dedujo» sus leyes de «las leyes de Kepler y la ley del movimiento», pero también «añadió» *la teoría de las perturbaciones como triunfo final* [90]. *Esta* antigualla filosófica lanzada por los newtonianos contra sus críticos coetáneos para defender «sus pruebas» a cualquier precio, fue aceptada como ejemplo de sabiduría eterna en lugar de ser tomada por el subproducto carente de valor que realmente era. Los newtonianos falsificaron a placer la historia del pensamiento para poder apelar a las supuestas autoridades: fueron ellos quienes inventaron el mito del Gran Conflicto entre Bacon y Descartes y pretendieron, con falsedad, haber seguido estrictamente el método de «análisis-síntesis» [91], esto es, el método largamente venerado, de la Geometría Euclidiana, de la «única ciencia que (con anterioridad a Newton) Dios había otorgado

---

[89] Parece que Leibnitz percibió esto: «Estoy decididamente a favor de la filosofía experimental pero Mr. Newton se aleja mucho de ella cuando pretende que toda la materia es pesada (o que cada porción de materia atrae a cualquier otra porción), lo que ciertamente no ha sido probado mediante experimentos» (Carta al Abbé Conti de finales de 1715; citada en Koyré, 1965, p. 144).

[90] Esta fraseología ha sobrevivido hasta hoy entre los físicos; cf. e. g. Symon (1960), pp. 132-33. Pero para muchos de ellos se trata de mucho más que fraseología: Max Born defiende que «el hecho de que la ley de Newton sea una consecuencia lógica de las leyes de Kepler, constituye la base de toda su filosofía de la ciencia» (Born, 1949, p. 129).

[91] Para una discusión del método euclidiano de «análisis-síntesis», cf. mi (1963-64), p. 10, n. 2; p. 243, n. 1; y p. 308, n. 3. La forma flexible pero falible de análisis-síntesis perteneciente a las matemáticas informales, que discuto en la Parte IV de mi (1963-64), es similar al análisis-síntesis de Newton.

a la humanidad» [92]. En realidad algunos atribuyeron este método al mismo Newton:

«Para proceder con toda seguridad y para concluir para siempre las discusiones, propuso que en nuestras investigaciones sobre la naturaleza se emplearan ambos métodos, el de *análisis* y el de *síntesis,* en el orden adecuado; debíamos comenzar por los fenómenos o efectos y, a partir de ellos, investigar las fuerzas o causas que operan en la naturaleza; tal es el método de análisis: proceder desde las causas particulares a las más generales hasta concluir en la más general de todas. Una vez conocidas esas causas, después descender de forma contraria y, a partir de ellas, como principios establecidos, explicar todos los fenómenos que son sus consecuencias, y probar nuestras explicaciones: esa es la *síntesis* [93].»

(Los newtonianos sugirieron que los cartesianos ignoraban el *análisis* pero, de hecho, análisis y síntesis desempeñaban precisamente la misma función en el modelo cartesiano.)

Antes de concluir esta sección debemos mencionar que los newtonianos afirmaron que una vez que habían probado sus teorías mediante los hechos por medio del análisis, podían predecir hechos nuevos e insospechados que sobrepasaban ampliamente a las premisas experimentales originales de la «síntesis». Insistieron en que su teoría «conducía al conocimiento de cosas tales que, antes de su descubrimiento, hubiera sido calificado de locura el conjeturar que nuestras facultades pudieran llegar tan lejos» [94]. De modo que el modelo newtoniano de investigación-prueba-explicación [95] ha de ser modificado.

Pero los newtonianos no exigieron explícitamente que una teoría debía implicar fenómenos *nuevos* para que fuera satisfactoria; sorprendentemente, fueron Huygens y Leibnitz, sus adversarios, quienes por primera vez formularon explícitamente este requisito. Y parece ser que ningún newtoniano se preocupó nunca sobre este rasgo sorprendente de su lógica: los hechos que constituirían el punto de partida del análisis (por ejemplo, las leyes de Kepler) eran inconsistentes con algunos de los hechos probados a partir de ellos al final de la síntesis. Lo que era perfectamente aceptable en el «análisis» era, de hecho, rechazado en la «síntesis».

Duhem fue el primer autor que rompió el mito de los fundamentos newtonianos y de la «lógica» inductiva. Sus dos capítulos sobre la «Crítica del Método Newtoniano» en su obra clásica *The Aim and Structure of Physical Theory,* publicada en 1905, contienen una crí-

[92] Hobbes (1651), parte I, cap. IV, p. 22.
[93] MacLaurin (1748), pp. 8-9.
[94] Pemberton (1728).
[95] Cf. *arriba,* p. 262. Allí indico que este modelo es una inversión del modelo cartesiano original.

tica brillante y demoledora que exhibe algunos de los esqueletos de la alacena newtoniana. Resulta increíble que esta crítica fuera ignorada hasta que fue resucitada por Popper y su escuela. Popper, en su cruzada contra el inductivismo, reavivó y mejoró los argumentos de Duhem en dos artículos publicados en 1948 y 1957 [96]. Estos artículos fueron tan ignorados como el texto de Duhem; finalmente Feyerabend, quien adoptó su idea central en 1962 [97], les dio amplia difusión.

¿Cómo explicar el extraño hecho de que nadie, antes de Duhem, aceptara el reto de Newton a sus críticos y encontrara deficiencias en sus premisas y en la validez de sus argumentos? En los siglos XVII y XVIII creo que la explicación radica en que la gente estaba acostumbrada a enjuiciar las teorías fundamentalmente mediante la crítica *metafísica*. Por ello, y *entonces*, la batalla se refería a los criterios mismos de la crítica: se criticó a Newton porque su teoría era «ininteligible» y no se preocuparon de si era válida o no según los criterios propuestos por Newton. Newton ganó la batalla referente a los criterios. Pero para entonces el éxito sin precedentes y auténticamente milagroso de su programa de investigación creó un ambiente religioso tal [98], o si se quiere, tal deseo de subirse al carro del vencedor, que la hipocresía del *credo quid absurdum* se aceptó de forma simple y natural.

d) Los newtonianos y la crítica empírica

De modo que los newtonianos afirmaron que utilizaban «fenómenos» (proposiciones supuestamente establecidas mediante experimento) como premisas de sus pruebas experimentales, como evidencia verificadora del máximo poder. Pero ¿estaban dispuestos a aceptarlos como evidencia refutadora? ¿En qué circunstancias hubieran estado preparados para abandonar su programa de investigación?

La relación entre teoría y contraejemplo es una de las partes más oscuras de la metodología newtoniana: sobre este tema tenían más confusión que sobre cualquier otro.

---

[96] Popper (1948) y (1957a).

[97] Feyerabend (1962). Desgraciadamente esta exposición a pesar de sus méritos no es, en muchos aspectos, tan buena (y ciertamente no es tan clara) como las exposiciones originales de Duhem y Popper. A pesar de todo, algunos reputados filósofos de la ciencia (que obviamente desconocían a Popper y a Duhem y que curiosamente tampoco vieron las referencias de Feyerabend a ambos) la aclamaron como «el principal desarrollo epistemológico» de 1962 (cf. e. g. Hesse, 1963, p. 108).

[98] Este ambiente está espléndidamente descrito en el ya citado Feyerabend (1970c).

Cuando criticaban las teorías de sus adversarios eran falsacionistas ingenuos y, además, muy agresivos. Por ejemplo, Newton afirmó que «la hipótesis de los vórtices es absolutamente irreconciliable con los fenómenos astronómicos» [99]. El argumento cartesiano fue ridiculizado por Cotes en el Prefacio de la segunda edición de los *Principia.* Pero la «refutación» de Newton fue dudosa; la teoría original de los vórtices de Descartes era tan vaga y oscura que resultaba irrefutable en términos estrictos. Por ello, Newton en primer lugar la mejoró, le confirió precisión al desarrollar una aguda versión hidrodinámica de la misma, y todo ello para probar que era inconsistente con las leyes de Kepler (de las que, por cierto, sabía que eran falsas), por lo que pidió que fuera rechazada. Pero Huygens en 1688 y Leibnitz en 1689 observaron correctamente que Newton sólo refutaba una versión particular de la hipótesis de los vórtices; resulta fácil defender una nueva versión que resulta inmune a la crítica de Newton [100]. Por otra parte, John Bernouilli, en 1730, obtuvo el premio de la Academia Francesa con un tratado en el que se explicaban los fenómenos celestes con ayuda de los vórtices cartesianos. El Abbé de Molieres dijo incluso haber refutado la teoría matemática de los vórtices de Newton y se apuntó algún éxito. Realmente de Molieres pretendía probar la teoría de la gravitación de Newton a partir de una versión de la teoría cartesiana de los vórtices [101]. Voltaire tenía razón al quejarse, en su obra de 1738, de que «aún quedan filósofos apegados a sus vórtices de materia sutil; dispuestos a reconciliar tales vórtices imaginarios con las verdades demostrables (de Newton)» [102]: después de todo, él mismo reintrodujo vórtices «no-cartesianos» en la mecánica celeste [103]. John Stuart Mill creía la afirmación de Newton de que su teoría de la gravitación refutaba la teoría cartesiana de los vórtices: Whewell correctamente menciona esto como un ejemplo de la incultura de Mill [104].

Sin embargo, los newtonianos, cuando sus propias teorías estaban bajo el fuego de la crítica empírica, adoptaron una indiferencia sofis-

---

[99] Cf. el fin del Libro I de los *Principia.* Por supuesto, los mismos «fenómenos» (por ejemplo, las leyes de Kepler) eran igualmente irreconciliables con la teoría de Newton. Sin embargo, sirvieron durante un siglo para probar la teoría de Newton y para refutar la de Descartes.

[100] Cf. Koyré (1965), especialmente pp. 117 y 136.

[101] Cf. Brunet (1931), vol. I, cap. III.

[102] Voltaire (1738), p. 235.

[103] *Ibid.*, pp. 320-23.

[104] Whewell (1856), p. 261. Whewell lo expresa con gran elegancia: cita a Mill sin mencionar su nombre, y afirma que la gran resistencia de las teorías a la refutación es «desconocida por quienes sólo conocen ligeramente la historia de la ciencia». También cf. más *abajo,* p. 281.

ticada y rara vez parecieron preocuparse. Según las reglas de Newton: «Si no aparece excepción en los fenómenos, puede afirmarse la conclusión con generalidad. Pero si algún tiempo después los experimentos revelaran alguna excepción, puede pasar a ser afirmada con las excepciones que vayan ocurriendo» [105].

Pero los newtonianos tenían pocas dudas de que su programa finalmente digeriría todas las «excepciones», lo que requería mucha confianza en él, porque las «excepciones», «anomalías» y «ejemplos recalcitrantes» abundaban. Por ejemplo, resulta característico que nadie pensara que el hecho, muy conocido, de que las colas de los cometas parecen repelidas más que atraídas por el Sol, constituía una refutación de la teoría de Newton, aunque era reconocido como un problema (o «puzzle», como diría Kuhn) del programa de investigación de Newton. Halley confiaba en que su solución se incluiría en la primera edición de los *Principia.* Mientras ésta aún se hallaba en la imprenta, escribió a Newton: «No dudo de que esto pueda inferirse de sus principios con la misma facilidad que los otros fenómenos, pero una proposición o dos relativas al problema completaría la belleza y perfección de su teoría de los cometas» [106]. Aunque Newton no contestó, ningún newtoniano se preocupó demasiado por ello.

La misma tranquilidad se desplegó ante las muchas divergencias entre la teoría newtoniana de la luna y las observaciones. Tales divergencias fueron consideradas como problemas, pero pocos pensaron que algo estaba mal en el programa de investigación; más bien había que culpar a los investigadores. La «teoría de la luna de Newton» de hecho fue publicada por primera vez muchos años después de la primera edición de los *Principia,* en 1702 y en el *Astronomiae, Physicae et Geometricae Elementa,* de David Gregory. Allí se afirma que la teoría de Newton «concuerda muy *aproximadamente* con los fenómenos probados mediante las muchas observaciones de la Luna realizadas por el famoso Mr. Flamsteed» [107]. Pero debemos recordar que los newtonianos nunca permitieron que la autoridad de las observaciones prevaleciera sobre su programa de investigación; con ayuda de su heurística positiva produjeron una teoría tras otra con el fin de acomodar los contraejemplos [108]; frecuentemente ignoraron del todo la evidencia observacional contraria; sabían que no sólo las teorías deben ser constantemente contrastadas mediante las observacio-

---

[105] Newton (1717), p. 404. Sobre esta tradición de «eliminación de excepciones», cf. mi (1963-4), especialmente p. 124.

[106] Halley (1687), p. 474.

[107] Gregory (1702), p. 332.

[108] Sobre la diferencia entre teoría y «programa de investigación», y la idea de «heurística positiva», cf. cap. 1.

nes, sino también las observaciones por medio de las teorías. Sus «mejores observaciones» (una expresión muy frecuente en la literatura newtoniana) eran las que corroboraban sus programas de investigación» [109]. Esto se desprende de la correspondencia entre Newton y Flamsteed. Flamsteed, primer astrónomo real, era un inductivista auténtico y nada esquizofrénico; retrasó el trabajo de Newton y de sus asociados más que cualquier otra persona al impedir que dispusieran de los resultados de las observaciones de la Luna que había realizado. Al principio Newton y Flamsteed se escribían con frecuencia, pero pronto se alarmó Flamsteed por la utilización que hacía Newton de sus propios datos como fundamento de teorías lunares, la primera docena de las cuales habían terminado en la papelera de Newton [110]. Se quejó a su amigo Lowthorp en 1700 en estos términos:

> «En una ocasión (Newton) había elaborado tablas lunares para apoyar sus supuestas leyes, pero cuando las comparó con los cielos (esto es, con las posiciones observadas en la Luna), descubrió que se había equivocado y se vio obligado a prescindir de ellas. Yo le había suministrado más de 200 observaciones que, seguramente, son suficientes como para controlar cualquier teoría: como ha alterado y acomodado su teoría hasta que diera cuenta de esas observaciones, no es sorprendente que al final pueda reproducirlas; con todo, está más en deuda con esas observaciones que con sus especulaciones sobre la gravedad que le han inducido a error [111].»

Pero no menciona a Lowthorp, que algunas de sus *observaciones* también terminaron en la papelera. Por ejemplo, Newton le visitó el 1 de septiembre de 1694, cuando estaba exclusivamente dedicado a su teoría lunar, y le pidió que reinterpretara algunos de sus datos porque contradecían a su teoría, explicándole exactamente cómo debía hacerlo. Flamsteed obedeció a Newton y le escribió el 7 de octubre de 1694: «Después de que vino a mi casa examiné las observaciones que empleé para determinar las ecuaciones máximas de la órbita de la Tierra y teniendo en cuenta las posiciones de la Luna en cada momento... he descubierto que *(si como usted estima, la Tierra se inclina*

---

[109] Por ejemplo, MacLaurin escribe que Kepler «se concedió la libertad de imaginar varias... analogías que carecen de fundamento en la naturaleza y que han sido refutadas por las *mejores observaciones*» (MacLaurin, 1748, p. 51; el subrayado es mío).

[110] Las «papeleras» eran unos depósitos utilizados en el siglo XVII para la eliminación de las primeras versiones de los manuscritos a los que la autocrítica (o la crítica privada de amigos cultos) eliminaba a la primera lectura. En nuestra era de explosión de publicaciones la mayoría de la gente carece de tiempo para leer manuscritos y la función de la papelera la desempeñan las revistas científicas.

[111] Baily (1835), p. 176.

hacia el lado en que se encuentra la Luna en cada momento) puede reducirlas en 20''» [112]. De modo que Newton criticó y corrigió constantemente las sólidas teorías observacionales de Flamsteed. Por ejemplo, Newton enseñó a Flamsteed una teoría del poder refractario de la atmósfera que era mejor que la aceptada por Flamsteed y que corregía sus «datos» originales. Se comprende la constante humillación y la furia creciente del gran observador que veía que sus datos eran criticados y mejorados por un hombre que, como él mismo reconoció, no se dedicaba a realizar observaciones [113].

Para 1700 Newton y Flamsteed ya habían finalizado su correspondencia, pero anteriormente Newton dedicó muchas líneas a corregir los datos de Flamsteed explicándole con mucha paciencia que su teoría (la de Newton) «sería una demostración de su exactitud... Sin tal teoría que los patrocine serán incorporados al montón de observaciones de astrónomos anteriores hasta que aparezca alguien que, al perfeccionar la teoría de la Luna, descubra que estas observaciones son más exactas que las otras». «Pero (advertía Newton) esto sólo puede conseguirlo alguien que comprenda la teoría de la gravedad tan bien o mejor que yo» [114]. De esta carta se desprende con claridad que los newtonianos medían la exactitud de las observaciones con ayuda de su teoría; cuando afirman que: «algunas observaciones y hechos obvios contradicen constantemente las audaces especulaciones (de los cartesianos)» [115], la expresión «algunas observaciones y hechos obvios» significa las consecuencias muy corroboradoras de *su* programa. Cuando los hechos parecen contradecir sus teorías, hacen lo posible para «reemplazar las deficiencias de los sentidos con una imaginación bien administrada» [116]. Lo que sigue es un ejemplo del respeto newtoniano por los hechos (cuando tal respeto les favorecía). MacLaurin escribe que, puesto que:

> «el conocimiento (del filósofo) de la naturaleza se fundamenta en la observación de cosas sensibles, debe comenzar por éstas y volver a ellas a menudo para examinar con su ayuda los progresos realizados. Tal es su seguro refugio, y si cuando se aleja de él no señala cuidadosamente sus pasos, corre el riesgo de perderse en el laberinto de la naturaleza» [117].

---

112 Cf. Brewster (1855), vol. 2, p. 168 (el subrayado es mío).
113 Cf. Newton (1694).
114 *Ibid.*, pp. 151-52.
115 MacLaurin (1748), p. 90.
116 MacLaurin, *op. cit.*, p. 17.
117 *Ibid.*, p. 18. Por cierto, si el análisis-síntesis newtoniano es un modelo de prueba e investigación, ¿por qué este zig-zag?

También es interesante que la acusación de Flamsteed según la cual Newton manipuló su teoría para adaptarla a los datos es similar a la acusación de Cotes contra los cartesianos, según la cual después de que Newton «hubiera probado suficientemente y con las mejores razones» que «los fenómenos en modo alguno pueden ser explicados mediante los vórtices» aún «despilfarran su tiempo remedando una ficción ridícula y adornándola con sus nuevos comentarios personales» [118].

Teniendo en cuenta esta discusión, resulta irónico que Newton se quejase de que los principios fundamentales cartesianos hubieran sido considerados como «revestidos de tan gran autoridad que no resultarían refutados por las observaciones contradictorias ni por las consecuencias extravagantes a las que conducen» [119]. Entre paréntesis; no olvidemos con relación a las «consecuencias extravagantes» que, según la teoría newtoniana original, las perturbaciones de nuestro sistema planetario conducían a la catástrofe con una velocidad dramática; los newtonianos solucionaron este problema afirmando que de tiempo en tiempo Dios restaura el equilibrio del sistema. Los cartesianos replicaron que tal postura difama la acción de Dios y a esto contestaron los newtonianos que su Dios es un Dios activo y no muerto como el de los cartesianos. Finalmente, Laplace probó que la restauración ocasional del equilibrio puede explicarse dentro de las coordenadas del programa de investigación newtoniano, sin la hipótesis *ad hoc* de Dios. (Pero como demostró Poincaré, aunque la solución de Laplace no era *ad hoc,* tampoco era final.)

Volviendo a la controversia entre Newton y Flamsteed, podemos preguntarnos ¿quién tenía razón?, ¿quién no la tenía? ¿Tenía razón Newton con relación a Flamsteed y también Cotes con respecto a Leibnitz? Tal es el consenso *actual:* ¿por qué?, ¿por qué aceptamos en la actualidad que el progreso newtoniano era «auténtico» mientras que el progreso cartesiano consistía en «ficciones sobre ficciones» [120].

La confusa metodología de Newton no suministra respuesta alguna. ¿Había alguna justificación racional para aceptar las leyes de Kepler como «fundamentos» de la teoría newtoniana y como «refutación» de la de Descartes? ¿Qué racionalidad había, si es que había alguna, para no dejar que la ola de anomalías barriera de la escena al programa newtoniano? [121], ¿o sólo se trataba de fe religiosa? ¿Fue

---

118 Cotes (1717), p. XXVIII.

119 MacLaurin (1748), p. 94.

120 *Ibid.*

121 En Whewell (1837) se puede encontrar una larga lista de anomalías; el extenso capítulo «Sequel to the Epoch of Newton» no es sino la fascinante historia de la guerra de los newtonianos contra las anomalías. También se obtiene

una conversión religiosa la sustitución de los vórtices cartesianos por el vacío de Newton?, ¿o se trataba de un cambio en la moda intelectual?

Los newtonianos no prescindieron de todas las refutaciones. Según Cajori, las razones principales por las que Newton no publicó su teoría de la gravitación desde 1666 (cuando dedujo la relación del inverso del cuadrado a partir de las leyes de Kepler) hasta 1687, fue que un falso «informe observacional» sobre la longitud de un arco sobre la Tierra le hizo estimar que su teoría era falsa y, en realidad, llegó a abandonarla [122]. Aun cuando la historia sea falsa, *podría* haber sido cierta. Pero entonces, ¿cuál es la diferencia entre una refutación auténtica y docenas de anomalías inofensivas? [123]. Es inútil buscar la respuesta en los escritos de Newton. En una carta del 8 de julio de 1672 Newton escribió a Oldenburg que «aceptaría los experimentos que contradijeran directamente (su teoría)» como objeciones válidas. Pero si *sus* experimentos básicos eran correctos, e impecables las conclusiones inductivas derivadas de ellas, tal cosa no podía suceder, por supuesto; la cláusula de escape «directamente» convierte su afirmación en una frase vacía. Los newtonianos no tenían criterios para el abandono de una teoría a la luz de la evidencia contraria, como tampoco los tenían para el abandono de una teoría sin evidencia contraria [124]. Pero, *de hecho,* rechazaron *algunas* teorías en ambas clases de situaciones. ¿Fue su decisión completamente irracional o había un método oculto en su absurda metodología?

¿Cuándo y en qué circunstancias abandonarían los newtonianos su posición y emprenderían un nuevo programa de investigación? ¿Cuándo el cúmulo de problemas sin resolver llega a generar una «crisis» en la que pueden explorarse alternativas? Voltaire concluyó sus famosos *Elementos de la Filosofía de Newton* en 1738 «confesando» la existencia de un conjunto de problemas no resueltos; pero

información sobre los «hombres de poca fe» que, como Euler y Clairaut, desistieron, ensayaron enfoques alternativos y cuya deslealtad fue finalmente humillada por las victorias de los newtonianos ortodoxos.

122 Voltaire nos cuenta esta «anécdota curiosa» que, en su opinión, prueba «la sinceridad con que actuaba Sir Isaac en su búsqueda de la verdad» (Voltaire, 1738, pp. 197 y ss.).

123 Por cierto, muchos creen que el mito de la conducta anómala del perihelio de Mercurio fue la última anomalía de la teoría newtoniana y que fue solucionada por la teoría de Einstein. Pero el perihelio de Mercurio es sólo *menos* anómalo en el contexto de la teoría de Einstein que en el de la de Newton. Por otra parte, la teoría de Einstein *heredó* muchas de las anomalías newtonianas. Por ejemplo, la oscilación de Chandler. Tanto la teoría de Newton como la de Einstein predicen una oscilación de la Tierra rotante cada 300 días aproximadamente: desgraciadamente tal oscilación se produce cada 428 días.

124 Cf. más *arriba,* sección 2a).

ello no conmovió su fe, proclamada en la Introducción, en que «sólo hay un camino que conduce a la Verdad» y ese es el de Newton. Si se sigue tal camino «la mente humana asciende de unas verdades a otras» [125]. MacLaurin en 1748 no dudó en afirmar que «la filosofía de Newton, fundamentada en el experimento y la demostración, no puede fracasar mientras no cambie la razón ni la naturaleza de las cosas» [126] y añadió que «lo único que Newton dejó por hacer a la posteridad fue observar los cielos y computar, según ellos, los modelos».

Pero dos años antes de que escribiera MacLaurin, Clairaut descubrió que el progreso del apogeo de la Luna es, en realidad, doble del que se deduce de la teoría de Newton, y propuso un término adicional para la fórmula de Newton que consistió en el inverso de la cuarta potencia de la distancia (parece ser que MacLaurin nunca conoció este hecho o tal vez simplemente lo ignoró, puesto que nunca mencionó la existencia de problemas no resueltos). Pero resultó que el cálculo matemático de Clairaut estaba equivocado y, de hecho, más tarde se encontró un cálculo correcto entre los manuscritos de Newton no publicados. Sin embargo, persistió una pequeña discrepancia: la «aceleración secular». En 1770 la Academia de París estableció un premio para la solución de este problema. Euler ganó este premio con un ensayo en el que primero concluía que «parece haberse establecido mediante evidencia indisputable que la desigualdad secular del movimiento de la Luna no puede ser producida por las fuerzas (newtonianas) de gravitación» y proponía una fórmula rival que de nuevo involucraba un término adicional, lo que, en una continuación del tema publicada un año después, trató de explicar mediante la resistencia del éter cartesiano. Con todo, Laplace en 1787 probó que el problema puede solucionarse *mejor* en el seno del programa de investigación newtoniano. Adelantó el argumento de que la «brillantez del programa de Newton consiste precisamente en que convierte cada dificultad en una nueva victoria. Ese es, afirma Laplace, «el síntoma más seguro de la verdad» [127].

---

125 Voltaire (1738), p. 241.

126 MacLaurin (1748), p. 8. Por cierto, obsérvese la salvedad psicologista del enunciado. ¿Por qué habrían de cambiar las leyes ciertas de los cielos debido a un cambio de la razón humana?

127 Laplace (1824). Hay que mencionar aquí que la autoridad de Newton estranguló el desarrollo de la filosofía newtoniana en Gran Bretaña. Los problemas no resueltos se discutían libremente y de forma agresiva en Francia, donde existía un programa de investigación rival, pero no en Gran Bretaña, donde no existía ninguno; además, la superior notación de Leibnitz del cálculo infinitesimal suministró a los científicos continentales un medio más apto para resolver los enormes problemas matemáticos. (Es característica la diferencia entre

¿Cometieron Clairaut y Euler un error metodológico (como probablemente diría Kuhn) al ensayar programas de investigación alternativos para solucionar los problemas newtonianos de modo que desperdiciaron tiempo, energía y talento? ¿O fue Poincaré quien se equivocó (como probablemente dirían Popper y Feyerabend) aferrándose a la teoría de Newton en lugar de atreverse a avanzar hacia la teoría especial de la relatividad cuando ésta estaba a su alcance?

La metodología de Newton no suministra respuesta para ninguna de estas preguntas.

e) Las dos herencias de Newton

Newton dejó al mundo su programa de investigación científica y sus criterios para juzgar tales programas. El impacto de este logro esquizofrénico en la historia del pensamiento fue tremendo. Newton puso en marcha el primer programa importante de investigación científica de la historia humana; él y sus brillantes discípulos establecieron *en la práctica* los rasgos básicos de la metodología científica. *En este sentido se puede afirmar que el método de Newton creó la ciencia moderna* [128]

Por otra parte Newton heredó su epistemología de una era dominada por la teología y el justificacionismo; aunque modificó la versión dominante aristotélico-cartesiana, siguió siendo un prisionero de tal tradición. El *problema* metodológico fundamental de los newtonianos, según la formulación clásica de Pemberton, era «*cómo mantenerse en una vía intermedia entre el método de las conjeturas... y el que exige una prueba tan rigurosa que convierte a toda la filosofía en simple escepticismo y excluye cualquier perspectiva de realizar progreso alguno en el conocimiento de la naturaleza* [129]. Pero la solución newtoniana de este problema, aunque mejor que la cartesiana, era, sin embargo, muy débil. La confusión, la pobreza de la *teoría de Newton sobre los éxitos científicos* contrasta de forma dramática con la claridad y la riqueza de su *éxito científico.* Su teoría sobre las razones por las que rechazó la teoría cartesiana de los vortices y aceptó su propia teoría de la gravitación, era completamente absurda. Pero el *éxito* increíble de su programa de investigación obligó a los seguidores de su filosofía a defender su *teoría acerca de su éxito* y acerca de la derrota de sus rivales. Los primeros newtonianos fueron confusos e inconsistentes en metodología. Sin embargo, los

---

los textos de Voltaire y MacLaurin: el primero termina con las anomalías; el segundo nunca las menciona.)

[128] Por supuesto no negamos que se apoyaba en los logros de Galileo.

[129] Pemberton (1728), p. 23.

vulgarizadores posteriores que no podían seguir el desarrollo del programa de investigación newtoniano, pero que conocían su propaganda, seleccionaron las consignas más primitivas y las organizaron en un subconjunto consistente y colorista. Después, tales consignas primitivas originaron muchos proyectos filosóficos (rivales en ocasiones) y, especialmente, dos programas de investigación fundamentales: hallar un fondo firme, una *base empírica* indudablemente cierta para la ciencia, bajo la forma de «sensaciones puras» o, si tal cosa no se conseguía, bajo la forma de proposiciones básicas convencionales (con mezcla de teoría) de alguna clase; en segundo lugar, solucionar el problema de cómo deducir-inducir válidamente las leyes de la naturaleza a partir de esa base empírica. El primer programa de investigación originó la *psicología filosófica justificacionista* y los programas de «reduccionismo» (lingüístico) y de establecimiento de un «lenguaje observacional, neutral, libre de teoría» del positivismo lógico [130]. El segundo programa de investigación creó la lógica inductiva [131]. *En este sentido se puede afirmar que así como el método de Newton creó la ciencia moderna, la teoría del método de Newton creó la filosofía de la ciencia moderna.*

Más aún: la peor parte de la teoría del método de Newton fue erigida en el recetario para las disciplinas subdesarrolladas y, especialmente, para las ciencias sociales. El newtonismo, predicado por autores de escasa cultura como John Stuart Mill, quien nunca *leyó* a Newton, ejerció una poderosa influencia para mantener en su subdesarrollo a las ciencias subdesarrolladas [132].

La influencia del éxito newtoniano alcanzó incluso al pensamiento político. Creó una auténtica euforia entre los dogmáticos; antes de Newton el problema era si resultaba posible o no alcanzar *episteme;* después de Newton el problema pasó a ser cómo llegar a la *episteme* y cómo extenderla a otras áreas del conocimiento. Sin apreciar este cambio no es posible comprender el pensamiento del siglo XVIII. La lucha relativa al reconocimiento de la mecánica celeste de Newton

---

130 Por cierto, puede que convenga mencionar que el carácter propio del «tercer mundo» del programa carnapiano tiene su origen en Popper. Originalmente Carnap, un típico escéptico-dogmático, se situó en la postura del solipsismo metodológico, y deseaba establecer proposiciones básicas al nivel del segundo mundo, bajo la forma de «enunciados protocolarios» neurathianos: «A las nueve *vi...*». Fue Popper quien en 1932 le convenció para que sustituyera los «enunciados protocolarios» del segundo mundo por «enunciados básicos» del tercer mundo.

131 Sobre el cambio regresivo del problema de la lógica inductiva, cf. MCE, cap. 8.

132 Uno siente la tentación de afirmar que Newton creó *dos culturas*: una que desarrolló su método y otra que «desarrolló» su metodología.

como *episteme* fue larga, pero una vez conseguido ese reconocimiento, toda la atmósfera intelectual experimentó un cambio tremendo. Gran parte del pensamiento del siglo XVIII estuvo determinado por dos acontecimientos fundamentales del siglo XVII que tuvieron efectos contrarios. Uno fue el enorme caos y sufrimiento creados por las guerras entre católicos y protestantes. Los descubrimientos de Newton fueron el otro. La reacción con respecto al primero fue *la ilustración escéptica y tolerante:* no había modo alguno de obtener una verdad probada sobre las cuestiones esenciales, por lo que cada uno tendría derecho a sus creencias. El exponente mejor conocido de esta postura fue Bayec. La reacción con respecto al segundo, *la ilustración dogmática intolerante:* la luz de la ciencia (que había de extenderse a todas las parcelas del conocimiento humano) habría de disipar las tinieblas prenewtonianas y también las eclesiásticas [133]. El dirigente de este movimiento fue el newtoniano Voltaire [134]. La influencia de la ilustración dogmática intolerante pronto superó a la de su rival escéptica y tolerante, e hizo que germinaran las nociones de la democracia totalitaria. El escepticismo científico, derrotado por Newton, degeneró en psicologismo humeano y se alió con el dogmatismo: si la *razón* humana no sanciona la obra de Newton, la *naturaleza* humana debe hacerlo. Así, el estudio de la naturaleza humana (constante, externa, universal) nos conducirá a una teoría de las «sanas» (y monolíticas) creencias.

Por tanto, la influencia del éxito newtoniano fue, posiblemente, la influencia más poderosa experimentada por el pensamiento moderno. Con todo, no trato, en este artículo, de rastrear toda esa historia: mi atención se centra (si es que no se limita por necesidad) en el problema planteado para la filosofía del conocimiento.

Se puede afirmar que la filosofía de la ciencia entre 1687 y 1934 consistía principalmente en dos escuelas que pueden ser caracterizadas de forma óptima por su evaluación de la teoría de la gravitación de Newton. Una de ellas, sucesora de los dogmáticos (tanto de la variedad empírica como racionalista) pretendía haber probado o poder probar que los hechos de Newton *eran* hechos y que la argumentación de Newton que partía de los hechos para llegar a la teoría era válida en algún sentido objetivo, propio del tercer mundo. La otra escuela, los sucesores de los escépticos, afirmaba que la teoría de Newton no puede ser (o puede que no llegue a ser) objetivamente probada, pero su éxito final (un hecho sólido) puede ser explicado en términos psi-

---

133 Un tercer factor importante fue el descubrimiento de tierras distantes que operó en ambos sentidos.

134 Si este análisis es correcto demuestra la ineptitud de la interpretación marxista de la historia del siglo XVIII.

cológicos, propios del segundo mundo. Los dogmáticos intentaban probar demasiado; los escépticos querían explicar demasiado, porque la teoría de Newton era falsa. Pero el hecho de que la teoría de Newton fuera falsa (y que como tal fuera reconocida más tarde) no convierte en un pseudo-problema a la cuestión de probarla o de explicar la inevitable aceptación de la misma. Tales investigaciones no conducen *necesariamente* a cambios regresivos de problemática. Del mismo modo que una secuencia de proposiciones falsas generadas heurísticamente puede implicar un número creciente de interesantes proposiciones verdaderas, una secuencia, generada heurísticamente, de problemas incorrectamente planteados, puede contener la solución de un número creciente de problemas planteados correctamente. Algunos de aquellos pocos que pudieron seguir, en alguna medida, el método real de Newton, y no sólo su metodología, fueron capaces, al tratar de resolver tales problemas, de reducir en algunos pasos la brecha que separa la metodología profesada por Newton y su método real, aunque no comprendieron que el problema mismo había de ser cambiado. Los tres filósofos que contribuyeron más a este proceso fueron Adam Smith, Whewell y LeRoy.

Sin embargo, el cambio crucial de problemática sólo llegó cuando la teoría de Einstein de hecho había superado a la de Newton: ahora el problema ya no era explicar el éxito de la teoría victoriosa de Newton, sino de la teoría derrotada y también explicar la derrota. Popper fue el primero en considerar el problema de este modo y por ello preludió una nueva época de la filosofía.

BIBLIOGRAFIA

Achinstein, P. [1970]: «Inference to Scientific Laws», en R. Stuewer (*ed.*): *Historical and Philosophical Perspectives in Science, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, 5*, pp. 87-111. University of Minnesota Press.

Agassi, J. [1959]: «How are Facts Discovered?», *Impulse, 3*, Núm. 10, pp. 2-4.

Agassi, J. [1963]: *Towards an Historiography of Science.* Wesleyan University Press.

Agassi, J. [1964*a*]: «The Confusion between Physics and Metaphysics in the Standard Histories of Sciences», en *Proceedings of the Tenth International Congress of the History of Science*, 1964, *1*, pp. 231-38.

Agassi, J. [1964*b*]: «Scientific Problems and Their Roots ni Metaphysics», en M. Bunge (ed.): [1964], pp. 189-211.

Agassi, J. [1966]: «Sensationalism», *Mind,* N. S. *75,* pp. 1-24.

Agassi, J. [1968]: «The Novelty of Popper's Philosophy of Science», *International Philosophical Quarterly, 8,* pp. 442-63.

Agassi, J. [1969]: «Popper on Learning from Experience», en N. Rescher (*ed.*): *Studies in the Philosophy of Science,* pp. 162-71. American Philosophical Quarterly Monograph Series.

Ayer, A. J. [1936]: *Language, Truth and Logic.* Londres: Victor Gollancz (2.ª ed., 1946).

Baily, F. [1835]: *An Account of the Rev[d] John Flamsteed, the First Astronomer-Royal.* Londres: Order of the Lords Commissioners of the Admiralty.

Bartley, W. W. [1968]: «Theories of Demarcation between Science and Metaphysics», en Lakatos y A. E. Musgrave (*eds.*): [1968], pp. 40-64.

Beck, G., y Sitte, J. [1933]: «Zur Theorie des β-Zerfalls», *Zeitschrift für Physik, 86,* pp. 105-19.

Bernal, J. D. [1954]: *Science in History,* 1.ª edición. Londres: Watts.

Bernal, J. D. [1965]: *Science in History,* 3.ª edición. Londres: Watts.

Bernstein, J. [1967]: *A Comprehensible World: On Modern Science and its Origins.* Nueva York: Random House.

Bethe, H., y Peierls, R. E. [1934]: «The "Neutrino"», *Nature, 133,* p. 532.

Beveridge, W. [1937]: «The Place of the Social Sciences in Human Knowledge», *Politica, 2,* pp. 459-79.

Black, M. [1967]: «Induction», en P. Edwards (*ed.*): *The Encyclopedia of Philosophy,* vol. 4, p. 169. Nueva York: Macmillan.

Bohr, N. [1931*a*]: «On the Constitution of Atoms and Molecules», *Philosophical Magazine, 26,* pp. 1-25, 476-502 y 857-75.

Bohr, N. [1913*b*]: Carta a Rutherford, 6 marzo, publicada en N. Bohr [1963], pp. XXXVIII-IX.

Bohr, N. [1913*c*]: «The Spectra of Helium and Hydrogen», *Nature, 92,* pp. 231-32.

Bohr, N. [1922]: «The Structure of the Atom», *Nobel Lectures,* vol. 2. Amsterdam: Elsevier, 1965.

Bohr, N. [1926]: Carta a *Nature, 117,* p. 264.

Bohr, N. [1932]: «Chemistry and the Quantum Theory of Atomic Constitution», Faraday Lecture, 1930, *Journal of the Chemical Society,* 1932/1, páginas 349-84

Bohr, N. [1933]: «Light and Life», *Nature, 131,* pp. 421-23 y 457-59.

Bohr, N. [1936]: «Conservation Laws in Quantum Theory», *Nature, 138,* páginas 25-6.

Bohr, N. [1949]: «Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics», en P. A. Schilpp (*ed.*): *Albert Einstein, Philosopher-Scien*tist, vol. I, pp. 201-41. La Salle: Open Court.

Bohr, N. [1963]: *On the Constitution of Atoms and Molecules,* Nueva York: Benjamin.

Bonnar, F. T., y Phillips, M. [1957]: *Principles of Physical Science.* Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Born, M. [1948]: «Max Karl Ernst Ludwig Planck», *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society, 6,* pp. 161-80.

Born, M. [1949]: *Natural Phiyosophy of Cause and Chance.* Oxford University Press.

Born, M. [1954]: «The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics». *Nobel Lectures,* vol. 3. Amsterdam: Elsevier, 1964.

Braithwaite, R. B. [1938]: «The Relevance of Psychology to Logic», *Aristotelian Society Supplementary Volumes, 17,* pp. 19-41.

Braithwaite, R. B. [1953]: *Scientific Explanation. Cambridge University Press.*

Brewster, D. [1855]: *Memoirs of the Life, Writings and Discoveries of Sir Isaac Newton.* Dos volúmenes. Edimburgo: Thomas Constable. Reimpreso con una nueva introducción por R. S. Westfall en *Sources of Science, 14.* Nueva York y Londres: Johnson Reprint Corporation.

Brunet, P. [1931]: *L'introduction des Théories de Newton en France au XVII*ᵉ *Siècle.* Dos volúmenes. París: Blanchard.

Bunge, M. (*ed.*) [1964]: *The Critical Approach to Science and Philosophy.* Nueva York: The Free Press.

Callendar, M. L. [1914]: «The Pressure of Radiation and Carnot's Principle», *Nature, 92,* p. 553.

Canfield, J., y Lehrer, K. [1961]: «A Note on Prediction and Deduction», *Philosophy of Science, 28,* pp. 204-08.

Cantor, G. [1971]: «Henry Brougham and the Scottish Methodological Tradition», *Studies in the History and Philosophy of Science,* 2, pp. 68-89.

Carnap, R. [1932-33]: «Über Protokollsätze», *Erkenntnis, 3,* pp. 215-28.

Carnap, R. [1935]: Review of Popper's [1934], *Erkenntnis, 5,* pp. 290-94.

Clavius, C. [1581]: *In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarius nunc iterum ab ipso Auctore recognitus, et multis ac variis locis locupletatus.* Roma: ex officina Dominici Basae.

Clifford, M. [1675]: *A Treatise of Human Reason.* Londres: Henry Brome.

Coffa, A. [1968]: «Deductive Predictions», *Philosophy of Science, 35,* pp. 279-283.

Cohen, I. B. (*ed*) [1958]: *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy.* Cambridge University Press.

Cohen, I. B. [1960]: *The Birth of a New Physics.* Londres: Heinemann.

Compton, A. H. [1919]: «The Size and Shape of the Electron», *Physical Review, 14,* pp. 20-43.

Cotes, R. [1712-13]: «Letter to Newton», en Edleston, J. (*ed.*): [1850], pp. 181-184.

Cotes, R. [1717]: Prefacio de la 2.ª edición de *Principia,* pp. XX-XXXIII.

Crookes, W. [1886]: Presidential Address to the Chemistry Section of the British Association, *Report of British Association,* pp. 558-76.

Crookes, W. [1888]: Report at the Annual General Meeting, *Journal of the Chemical Society, 53,* pp. 487-504.

Davisson, C. J. [1937]: «The Discovery of Electron Waves», *Nobel Lectures,* vol. 2. Amsterdam: Elsevier, 1965.

Descartes, R. [1638]: «Letter to Mersenne, 11 October», en C. Adam y P. Tanner, (*eds.*): *Oeuvres de Descartes,* vol. II, pp. 379-405. París: Librairie Philosophique J. Vrin, 1969.

Dirac, P. A. M. [1936]: «Does Conservation of Energy Hold in Atomic Processes?, *Nature, 137,* pp. 298-99.

Dirac, P. A. M. [1951]: «Is there an Aether?», *Nature, 168,* pp. 906-07.

Dorling, J. [1968]: «Length Contraction and Clock Synchronisation: The Empirical Equivalence of the Einsteinian and Lorentzian Theories», *The British Journal for the Philosophy of Science, 19,* pp. 67-9.

Dorling, J. [1971]: «Einstein's Introduction of Photons: Argument by Analogy or Deduction from the Phenomena?», *The British Journal for the Philosophy of Science, 22,* pp. 1-8.

Dreyer, J. L. E. [1906]: *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler.* Reimpreso como *A History of Astronomy from Thales to Kepler.* Nueva York: Dover, 1953.

Duhem, P. [1906]: *La théorie physique, son objet et sa structure.* [Traducción inglesa de la 2.ª edición (1914): *The Aim and Structure of Physical Theory.* Princeton University Press, 1954.]

Duhem, P. [1908]: ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ, *Annales de Philosophie Chrétienne, 6,* Reimpreso como libro: *To Save the Phenomena.* Traducido por E. Dolan y C. Maschler. Chicago University Press, 1969.
Eccles, J. C. [1964]: «The Neurophysiological Basis of Experience», en M. Bunge (*ed.*): [1964], pp. 266-79.
Edleston, J. [1850]: *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes.* Cambridge University Press.
Ehrenfest, P. [1911]: «Welche Züge der Lichtquantenhypothese spielen in der Theorie der Wärmestrahlung eine wesentliche Rolle?», *Annalen der Physik, 36,* pp. 91-118.
Ehrenfest, P. [1913]: *Zur Krise der Lichtäther-Hypothese.* Berlín: Springer.
Einstein, A. [1909]: «Über die Entwicklung unserer Anschauungen über das Wesen und die Konstitution der Strahlung», *Physikalische Zeitschrift, 10,* pp. 817-26.
Einstein, A. [1927]: «Neue Experimente über den Einfluss der Erdbewegung auf die Lichtgeschwindigkeit relativ zur Erde», *Forschungen und Fortschritte, 3,* p. 36.
Einstein, A. [1928]: Letter to Schrödinger, 31-5-1928, en K. Przibram (*ed*): *Briefe Zur Wellenmechanik.* Viena: Springer, 1963.
Einstein, A. [1931]: «Gedenkworte auf Albert A. Michelson», *Zeitschrift für angewandte Chemie, 44,* p. 658.
Einstein, A. [1949]: «Autobiographical Notes», en P. A. Schilpp (*ed.*): *Albert Einstein, Philosopher-Scientist,* vol. I, pp. 2-95. La Salle: Open Court.
Elkana, Y. [1971]: «The Conservation of Energy: a Case of Simultaneous Discovery?», *Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 24,* pp. 31-60.
Ellis, C. D., y Mott, N. F. [1933]: «Energy Relations in the β-Ray Type of Radioactive Disintegration», *Proceedings of the Royal Society,* Series A, *141,* pp. 502-11.
Ellis, C. D., y Wooster, W. A. [1927]: «The Average Energy of Desintegration of Radium E», *Proceedings of the Royal Society,* Series A, *117,* pp. 109-23.
Evans, E. J. [1913]: «The Spectra of Helium and Hydrogen», *Nature, 92,* p. 5.
Ewald, P. [1969]: «The Myth of Myths», *Archive for History of Exact Sciences, 6,* pp. 72-81.
Feigl, H. [1964]: «What Hume Might Have Said to Kant», en M. Bunge (*ed.*): [1964], pp. 45-51.
Fermi, E. [1933]: «Tentativo di una teoria dell emissione dei raggi "beta"», *Ricerci Scientifica, 4*(2), pp. 491-95.
Fermi, E. [1934]: «Versuch einer Theorie der β-Strahlen. I», *Zeitschrift für Physik, 89,* pp. 161-77.
Feyerabend, P. K. [1961]: «Comments on Grünbaum's "Law and Convention in Physical Theory"», en H. Feigl y G. Maxwell (*eds.*): *Current Issues in the Philosophy of Science,* p. 155-61. University of Minnesota Press.
Feyerabend, P. K. [1962]: «Explanation, Reduction and Empiricism», en H. Feigl y G. Maxwell (*eds.*): *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, 3,* pp. 28-97. University of Minnesota Press.
Feyerabend, P. K. [1963]: «Review of Kraft's *Erkenntnislehre*», *British Journal for the Philosophy of Science, 13,* pp. 319-23.

Feyerabend, P. K. [1964]: «Realism and Instrumentalism: Comments on the Logic of Factual Support», en M. Bunge (*ed.*): [1964], pp. 280-308.

Feyerabend, P. K. [1965]: «Reply to Criticism», en R. S. Cohen y M. Wartofsky (*eds.*): *Boston Studies in the Philosophy of Science, 2,* pp. 223-61. Dordrecht: Reidel.

Feyerabend, P. K. [1968-69]: «On a Recent Critique of Complementarity», *Philosophy of Science, 35,* pp. 309-31 y *36,* pp. 82-105.

Feyerabend, P. K. [1969*a*]: «Problems of Empiricism II», en R. G. Colodny (*ed*): *The Nature and Function of Scientific Theory.* University of Pittsburgh Press.

Feyerabend, P. K. [1969*b*]: «A Note on Two "Problems" of Induction», *British Journal for the Philosophy of Science, 19,* pp. 251-53.

Feyerabend, P. K. [1970*a*]: «Consolations for the Specialist», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1970], pp. 197-230.

Feyerabend, P. K. [1970*b*]: «Against Method», en *Minnesota Studies for the Philosophy of Science, 4.* University of Minnesota Press.

Feyerabend, P. K. [1970*c*]: «Classical Empiricism», en R. E. Butts y J. W. Davis (*eds.*): *The Methodological Heritage of Newton,* pp. 150-70. Oxford: Basil Blackwell.

Feyerabend, P. K. [1972]: «Von der beschränkten Gültigheit methodologischer Regeln», en R. Bubner, K. Cramer y R. Wiehl (*eds.*): *Dialog als Methods,* pp. 124-71.

Feyerabend, P. K. [1974]: *Against Method.* Londres: New Left Books.

Forman, P. [1969]: «The Discovery of the Diffraction of X-Rays by Crystals: A Critique of the Critique of the Myths», *Archive for History of Exact Sciences, 6,* pp. 38-71.

Fowler, W. A. [1912]: «Observations of the Principal and Other Series of lines in the Spectrum of Hydrogen», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 73,* pp. 62-71.

Fowler, W. A. [1913*a*]: «The Spectra of Helium and Hydrogen», *Nature, 92,* p. 95.

Fowler, W. A. [1913*b*]: «The Spectra of Helium and Hydrogen», *Nature, 92,* p. 232.

Fowler, W. A. [1914]: «Series Lines in Spark Spectra», *Proceedings of the Royal Society of London* (*A*), *90,* pp. 426-30.

Fresnel, A. [1818]: «Lettre à François Arago sur L'Influence du Mouvement Terrestre dans quelques Phénomènes Optiques», *Annales de Chimie et de Physique, 9,* pp. 57 ss.

Galileo [1615]: «Letter to the Grand Duchess», en S. Drake (*ed.*): *Discoveries and Opinions of Galileo,* pp. 173-216. Garden City: Doubleday, 1957.

Galileo [1632]: *Dialogue on the Great World Systems.* University of Chicago Press.

Gamow, G. A. [1966]: *Thirty Years that Shook Physics.* Garden City: Doubleday.

Gingerich, O. [1973]: «The Copernican Celebration», *Science Year,* 1973, páginas 266-67.

Gingerich, O. [1975]: «"Crisis" versus Aesthetic in the Copernican Revolution», en A. Beer (*ed.*): *Vistas in Astronomy, 17.*

Glanvill, J. [1665]: *Scepsis Scientifica.* Londres: E. Coates.

Glanvill, J. [1675]: *Essays on Several Important Subjects in Philosophy and Religion.* Londres: Thomas Tomkins.

Gregory, D. [1702]: *Astronomiae Physicae et Geometricae Elementa.*

Grünbaum, A. [1959*a*]: «The Falsifiability of the Lorentz-Fitzgerald Contraction Hypothesis», *British Journal of the Philosophy of Science, 10,* pp. 48-50.

Grünbaum, A. [1959*b*]: «Law and Convention in Physical Theory», en H. Feigl y G. Maxwell (*eds.*): *Current Issues in the Philosophy of Science,* pp. 40-155. University of Minnesota Press.

Grünbaum, A. [1960]: «The Duhemian Argument», *Philosophy of Science, 11,* pp. 75-87.

Grünbaum, A. [1966]: «The Falsifiability of a Component of a Theoretical System», en P. K. Feyerabend y G. Maxwell (*eds.*): *Mind, Matter and Method: Essays in Philosophy and Science in Honor of Herbert Feigl,* pp. 273-305. University of Minnesota Press.

Grünbaum, A. [1969]: «Can we Ascertain the Falsity of a Scientific Hypothesis?», *Studium Generale, 22,* pp. 1061-93.

Hall, R. J. [1970]: «Kuhn and the Copernican Revolution», *British Journal for the Philosophy of Science, 21,* pp. 196-97.

Halley, E. [1687]: «Letter to Newton, 5 April», en H. W. Turnbull (*ed.*). [1960], vol. ii, 1676-87, pp. 473-74.

Hanson, N. R. [1973]: *Constellations and Conjectures.* Dordrecht: D. Reidel.

Heisenberg, W. von [1955]: «The Development of the Interpretation of Quantum Theory», en W. Pauli (*ed.*): *Nils Bohr and the Development of Physics.* Londres: Pergamon.

Hempel, C. G. [1937]: Review of Popper's [1934], *Deutsche Literaturzeitung,* pp. 309-14.

Hempel, C. G. [1952]: «Some Theses on Empirical Certainty», *The Review of Metaphysics, 5,* pp. 620-21.

Henderson, W. J. [1934]: «The Upper Limits of the Continuous β-ray Spectra of Thorium C and C^{11}», *Proceedings of the Royal Society,* Series A, *147,* pp. 572-82.

Hesse, M. [1963]: «A New Look at Scientific Explanation», *The Review of Metaphysics, 17,* pp. 98-108.

Hesse, M. [1968]: Review of Grünbaum's [1966], *The British Journal for the Philosophy of Science, 18,* pp. 333-35.

Hevesy, G. von [1913]: «Letter to Rutherford, 14 October», citada en N. Bohr [1963], p. xlii.

Hobbes, T. [1651]: *Leviathan.* Oxford: James Thornton, 1881.

Holton, G. [1969]: «Einstein, Michelson, and the "Crucial" Experiment», *Isis, 6,* pp. 133-97.

Hume, D. [1777]: *Enquiries Concerning the Human Understanding and Concerning the Principles of Morals.* L. A. Selby-Bigge (*ed.*): 2.ª edición. Oxford: Clarendon Press, 1966.

Hund, F. [1961]: «Göttingen, Copenhagen, Leipzig im Rückblick», en F. Bopp (*ed.*): *Werner Heisenberg und Die Physik unserer Zeit.* Braunschweig: Vieweg.

Jaffe, B. [1960]: *Michelson and the Speed of Light.* Londres, Heinemann.

Jammer, M. [1966]: *The Conceptual Development of Quantum Mechanics.* Nueva York: McGraw-Hill.

Jeans, J. [1948]: *The Growth of Physical Science.* Cambridge University Press.

Joffé, A. [1911]: «Zur Theorie der Strahlenden Energie», *Annalen der Physik, 35*, p. 474.

Johnson, F. R. [1959]: «Commentary on Derek J. de S. Price», en M. Clagett (*ed.*): *Critical Problems in the History of Science,* pp. 219-21. University of Wisconsin Press.

Jourdain, P. E. B. [1915]: «Newton's Hypotheses of Ether and of Gravitation from 1672 to 1679», *The Monist, 25,* pp. 79-106.

Juhos, B. [1966]: «Über die empirische Induktion», *Studium Generale, 19,* pp. 259-72.

Kamlah, A. [1971]: «Kepler im Licht der modernen Wissenschaftstheorie», en H. Lenk (*ed.*): *Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie,* pp. 205-20. Braunschweig: Vieweg.

Kepler, J. [1604]: *Ad Vitellionem Paralipomena,* en M. Caspar (*ed.*): *Gesammelte Werke, 2.* Munich: C. H. Beck.

Kepler, J. [1619]: *Harmonice Mundi,* en *Gesammelte Werke, 6,* Munich: C. H. Beck, 1940.

Keynes, J. M. [1921]: *A Treatise on Probability.* Cambridge University Press.

Koestler, A. [1959]: *The Sleepwalkers.* Londres: Hutchinson.

Konopinski, E. J., y Uhlenbeck, G. [1935]: «On the Fermi theory of β-radioactivity», *Physical Review, 48,* pp. 7-12.

Koyré, A. [1965]: *Newtonian Studies,* Londres: Chapman and Hall.

Kraft, V. [1925]: *Die Grundformen der wissenschaftlichen Methoden.* Viena y Leipzig: Hölder-Pichler-Tempsky.

Kraft, V. [1966]: «The Problem of Induction», en P. Feyerabend y G. Maxwell (*eds.*): *Mind, Matter and Method,* pp. 306-17. University of Minnesota Press.

Kramers, H. A. [1923]: «Das Korrespondenzprinzip und der Schalenbau des Atoms», *Die Naturwissenschaften, 11,* pp. 550-59.

Kudar, J. [1929-30]: «Der wellenmechanische Charakter des β-Zerfalls, I-II-III», *Zeitschrift für Physik, 57,* pp. 257-60, *60,* pp. 168-75 y 176-83.

Kuhn, T. S. [1957]: *The Copernican Revolution.* Chicago University Press.

Kuhn, T. S. [1962]: *The Structure of Scientific Revolutions.* Princeton University Press. (Segunda edición, 1970.)

Kuhn, T. S. [1963]: «The Function of Dogma in Scientific Research», en A. C. Crombie (*ed.*): *Scientific Change,* pp. 347-69. Londres: Heinemann.

Kuhn, T. S. [1968]: «Science: The History of Science», en D. L. Sills (*ed.*): *International Encyclopedia of the Social Sciences,* vol. *14,* pp. 74-83. Nueva York: Macmillan.

Kuhn, T. S. [1970*a*]: «Logic of Discovery or Psychology of Research?», en I. Lakatos y A. E. Musgrave (*eds.*): [1970], pp. 1-24.

Kuhn, T. S. [1970*b*]: «Reflections on my Critics», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1970], pp. 237-78.
Kuhn, T. S. [1971]: «Notes on Lakatos», en R. C. Buck y R. S. Cohen (*eds.*): *Boston Studies in the Philosophy of Science, 8,* pp. 137-46. Dordrecht: Reidel.
Lakatos, I.: Consúltese la bibliografía de Lakatos.
Lamb, H. [1923]: *Dinamics.* Segunda edición. Cambridge University Press.
Laplace, M. [1824]: *Exposition du Système du Monde.* Quinta edición. París: Bachelier.
Larmor, L. [1904]: «On the Ascertained Absence of Effects of Motion through the Aether, in Relation to the Constitution of Matter, and on the Fitzgerald-Lorentz Hypothesis», *Philosophical Magazine,* Series 6, 7, pp. 621-25.
Laudan, L. L. [1965]: «Grünbaum on "The Duhemian Argument"», *Philosophy of Science, 32,* pp. 295-99.
Laudan, L. L. [1967]: «The Nature and Sources of Locke's Views on Hypotheses», *Journal of the History of Ideas, 28,* pp. 211-23.
Leibnitz, G. W. [1677]: «Towards a Universal Characteristic», en P. P. Wiener (*ed.*): *Leibnitz Selections,* pp. 17-25. Nueva York: Scribner.
Leibnitz, G. W. [1678]: Carta a Conring, 19 marzo, en L. Loemker (*ed.*): *Leibnitz's Philosophical Papers and Letters,* pp. 186-91. Dordrecht: Reidel, 1967.
LeRoy, E. [1899]: «Science et Philosophie», *Revue de Metaphysique et de Morale,* 7, pp. 375-425, 503-62, 706-31.
LeRoy, E. [1901]: «Un Positivisme Nouveau», *Revue de Metaphysique et de Morale, 9,* pp. 138-53.
Locke, J. [1690]: *Essay Concerning Human Understanding* (A. S. Pringle-Pattison (*ed.*)). Oxford: Clarendon Press, 1924.
Locke, J. [1697]: «Second Letter to Stillingfleet, 29 junio», as Mr Locke's Reply to the Bishop of Worcester's Answer to his Letter, en *The Works of John Locke,* vol. 6. Londres: Thomas Tegg, 1823.
Lorentz, H. A. [1886]: «De l'influence du Mouvement de la Terre sur les Phénomènes Lumineux», *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 2,* pp. 297-358. Reimpreso en H. A. Lorentz: *Collected Papers, 4,* pp. 153-218. La Haya, Nijhoff, 1937.
Lorentz, H. A. [1892*a*]: «The Relative Motion of the Earth and the Ether», *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. 1,* pp. 74-7. Reimpreso en A. Lorentz: *Collected Papers, 4,* pp. 219-23.
Lorentz, H. A. [1892*b*]: «"Stokes" Theory of Aberration», *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 1,* pp. 97-103. Reimpreso en A. Lorentz: *Collected Papers, 4,* pp. 224-31.
Lorentz, H. A. [1895]: *Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern.* Secciones 89-92. Leipzig: Teubner.
Lorentz, H. A. [1897]: «Concerning the Problem of the Dragging Along of the Ether by the Earth», *Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 6,* pp. 266-72. Reimpreso en H. A. Lorentz: *Collected Papers, 4,* pp. 237-44.
Lorentz, H. A. [1923]: «The Rotation of the Earth and its Influence on Optical Phenomena», *Nature, 112,* pp. 103-4.

Luther, M. [1525]: *De Servo Arbitrio,* en *D. Martin Luther's Werke, 18.* Weimar: H. Böhlau, 1883-1948.

Lykken, D. T. [1968]: «Statistical Significance in Psychological Research», *Psychological Bulletin, 70,* pp. 151-9.

McCulloch, J. R. [1825]: *The Principles of Political Economy: With a Sketch of the Rise and Progress of the Science.* Edimburgo: William and Charles Tait.

MacLaurin, C. [1748]: *An Account of Sir Isaac Newton's Philosophy.* Reimpreso en L. L. Laudan (*ed.*): *The Sources of Science Series, 74.* Londres y Nueva York: Johnson Reprint Corporation, 1968.

McMullin, E. [1971]: «The History and Philosophy of Science: a Taxonomy», *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, 5,* pp. 16-27. University of Minnesota Press.

Margenau, H. [1950]: *The Nature of Physical Reality.* Nueva York: McGraw-Hill.

Marignac, C. [1860]: «"Commentary on Stas" Researches on the Mutual Relations of Atomic Weights». Reimpreso en *Prout's Hypothesis,* Alembic Club Reprints, *20,* pp. 48-58.

Maxwell, J. C. [1871]: *Theory of Heat.* Londres: Longmans.

Medawar, P. B. [1967]: *The Art of the Soluble.* Londres: Methuen.

Medawar, P. B. [1969]: *Induction and Intuition in Scientific Thought.* Londres. Methuen.

Meehl, P. [1967]: «Theory Testing in Psychology and Physics: A Methodological Paradox», *Philosophy of Science, 34,* pp. 103-15.

Meitner, L. [1933]: «Kernstruktur», en H. Geiger y J. Scheel (*eds.*): *Handbuch der Physik,* Segunda edición, *25*/1, pp. 118-62. Berlín: Springer.

Meitner, L., y Orthmann, W. [1930]: «Uber eine absolute Bestimmung der Energie der primären β-Strahlen von Radium E», *Zeitschrift für Physik, 60,* pp. 143-55.

Merton, R. [1957]: «Priorities in Scientific Discovery», *American Sociological Review, 22,* pp. 635-59.

Merton, R. [1963]: «Resistance to the Systematic Study of Multiple Discoveries in Science», *European Journal of Sociology, 4,* pp. 237-82.

Merton, R. [1969]: «Behaviour Patterns of Scientists', *American Sholar, 38,* pp. 197-225.

Michelson, A. [1881]: «The Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether», *American Journal of Science,* Serie 3, *22,* pp. 120-9.

Michelson, A. [1891-2]: «On the Application of Interference Methods to Spectroscopic Measurements, I-II», *Philosophical Magazine,* Serie 3, *31,* pp. 338-346, y *34,* pp. 280-99.

Michelson, A. [1897]: «On the Relative Motion of the Earth and the Ether», *American Journal of Science,* Serie 4, *3,* pp. 475-8.

Michelson, A., y Gale H. G. [1925]: «The Effect of the Earth's Rotation on the Velocity of Light», *Astrophysical Journal, 61,* pp. 137-45.

Michelson, A., y Morley, E. W. [1887]: «On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether», *American Journal of Science,* Serie 3, *34,* pp. 333-45.

Milhaud, G. [1896]: «La Science Rationelle», *Revue de Metaphysique et de Morale, 4*, pp. 280-302.

Mill, J. S. [1843]: *A System of Logic*. Londres: Longmans, 1967.

Miller, D. C. [1925]: «Ether-Drift Experiments at Mount Wilson», *Science, 61*, pp. 617-21.

Miller, D. W. [1974]: «Popper's Qualitative Theory of Verosimilitude», *British Journal for the Philosophy of Science, 25*, pp. 166-77.

Morley, E. W., y Miller, D. C. [1904]: «Letter to Kelvin», publicada en *Philosophical Magazine*, Serie 6, *8*, pp. 753-4.

Moseley, H. G. J. [1914]: «Letter to Nature», *Nature, 92*, p. 554.

Mott, N. F. [1933]: «Wellenmechanik und Kernphysik», en H. Geiger y J. Scheel (*eds.*): *Handbuch der Physik*, Segunda edición, *24*/1, pp. 785-841.

Musgrave, A. E. [1968]: «On a Demarcation Dispute», en I. Lakatos y A. E. Musgrave (*eds.*).: [1968], pp. 78-85.

Musgrave, A. E. [1969*a*]: *Impersonal Knowledge*, PhD Thesis, Universidad de Londres.

Musgrave, A. E. [1969*b*]: Review of Ziman's «Public Knowledge: An Essay Concerning the Social Dimensions of Science», en *The British Journal for the Philosophy of Science, 20*, pp. 92-4.

Musgrave, A. E. [1971]: «Kuhn's Second Thoughts», *British Journal for the Philosophy of Science, 22*, pp. 287-97.

Musgrave, A. E. [1974]: «The Objectivism of Popper's Epistemology», en P. A. Schilpp (*ed.*): *The Philosophy of Sir Karl Popper*, pp. 560-96. La Salle, Illinois: Open Court.

Naess, A. [1964]: «Reflections About Total Views», *Philosophy and Phenomenological Research, 25*, pp. 16-29.

Nagel, E. [1961]: *The Structure of Science*. Nueva York: Harcourt, Brace and World.

Nagel, E. [1967]: «What is True and False in Science: Medawar and the Anatomy of Research», *Encounter*, 29, n. 3, pp. 68-70.

Nature [1913-14]: «Physics at the British Association», *Nature, 92*, pp. 305-9.

Neugebauer, O. [1958]: *The Exact Sciences in Antiquity*. Nueva York: Dover, 1969.

Neugebauer, O. [1968]: «On the Planetary Theory of Copernicus», *Vistas in Astronomy, 10*, pp. 89-103.

Neurath, O. [1935]: «Pseudorationalismus der Falsifikation», *Erkenntnis, 5*, pp. 353-65.

Newton, I. [1672]: «Letter to the Editor of the Philosophical Transactions of the Royal Society, 8 julio». Reimpreso en I. B. Cohen (*ed.*): [1958].

Newton, I. [1676]: «Letter to Oldenburg, 18 noviembre», en H. W. Turnbull (*ed.*): [1960], vol. II.

Newton, I. [1686]: *Principia Mathematica*. Traducido por F. Cajori. Berkeley: University of California Press, 1960.

Newton, I. [1694]: «Letter to Flamsteed, 16 february», en F. Baily [1835], p. 151.

Newton, I. [1713]: «Letter to Roger Cotes, 28 march», en J. Edleston (*ed.*): [1850], pp. 154-6.

Newton, I. [1717]: *Opticks*. 4.ª edición. Dover, 1952.
Nicholson, J. W. [1913]: «A Possible Extension of the Spectrum of Hydrogen», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 73,* pp. 382-5.
Pannekock, A. [1961]: *A History of Astronomy*. Nueva York: Interscience Publishers.
Pauli, W. [1961]: «Zur älteren und neuren Geschichte des Neutrinos», en W. Pauli: *Ausfsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie,* pp. 156-80.
Pearce Williams, L. [1968]: *Relativity Theory: Its Origins and Impact on Modern Thought.*
Pearce Williams, L. [1970]: «Normal Science and its Dangers», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1970], pp. 49-50.
Peierls, R. E. [1936]: «Interpretation of Shankland's Experiment», *Nature, 137,* p. 904.
Pemberton, H. [1728]: *A View of Sir Isaac Newton's Philosophy*. Londres: S. Palmer.
Planck, M. [1900*a*]: «Über eine Verbesserung der Wienschen Spektralgleichung», *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 2,* pp. 202-4. Tradución inglesa en Ter Haar [1967].
Planck, M. [1900*b*]: «Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum», *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 2,* pp. 237-45. Traducción inglesa en Ter Haar [1967].
Planck, M. [1929]: «Zwanzig Jahre Arbeit am Physikalischen Weltbild», *Physica, 9,* pp. 193-222.
Planck, M. [1948]: *Scientific Autobiography*. Londres: Williams and Norgate, 1950.
Poincaré, H. [1891]: «Les géométries non euclidiennes», *Revue des Sciences Pures et Appliquées, 2,* pp. 769-74.
Poincaré, H. [1902]: *La Science et l'Hypothèse*. Traducido al inglés como *Science and Hypothesis*. Nueva York: Dover.
Polanyi, M. [1951]: *The Logic of Liberty*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
Polanyi, M. [1958]: *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
Polanyi, M. [1966]: *The Tacit Dimension*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
Popkin, R. [1967]: «Skepticism», en P. Edwards (*ed.*): *The Encyclopedia of Phylosophy,* vol. 7, pp. 449-60. Nueva York: Macmillan.
Popkin, R. [1968]: «Scepticism, Theology and the Scientific Revolution in the Seventeenth Century», en I. Lakatos y A. Musgrave (*ed.*): [1968], pp. 1-28.
Popkin, R. [1970]: «Scepticism and the Study of History», en A. D. Beck y W. Yourgrau (*eds.*): *Physics, Logic and History,* pp. 209-30. Nueva York y Londres: Plenum.
Popper, K. R. [1933]: «Ein Kriterium des empirischen Charakters theoretischer Systeme», *Erkenntnis, 3,* pp. 426-7.
Popper, K. R. [1934]: *Logik der Forschung*. Viena: Springer. Edición inglesa ampliada: Popper [1959*a*].

Popper, K. R. [1935]: «Induktionslogik und Hypothesenwahrscheinlichkeit», *Erkenntnis, 5,* pp. 170-2; publicado en inglés en su [1959*a*], pp. 315-17.

Popper, K. R. [1940]: «What is Dialectic?», *Mind,* N. S. *49,* pp. 403-26; reimpreso en Popper [1963*a*], pp. 312-35.

Popper, K. R. [1945]: *The Open Society and Its Enemies.* Dos volúmenes. Londres. Routledge and Kegan Paul.

Popper, K. R. [1948]: «Naturgesetze und theoretische Systeme», en S. Moser (*ed.*): *Gesetz und Wirklichkeit,* pp. 65-84. Innsbruch y Viena: Tyrolia Verlag.

Popper, K. R. [1957*a*]: «The Aim of Science», *Ratio, 1,* pp. 24-35. Reimpreso en su [1972], pp. 191-205.

Popper, K. R. [1957*b*]: *The Poverty of Historicism.* Londres. Routledge und Kegan Paul.

Popper, K. R. [1957*c*]: «The Views Concerning Human Knowledge», en H. D. Lewis (*ed.*): *Contemporary British Philosophy,* pp. 355-88. Reimpreso en Popper [1963*a*], pp. 97-119.

Popper K. R. [1958]: «On the Status of Science and of Metaphysics», *Ratio, 1,* pp. 97-115. Reimpreso en Popper [1963*a*].

Popper, K. R. [1959*a*]: *The Logic of Scientific Discovery.* Londres: Hutchinson.

Popper, K. R. [1959*b*]: «Testability and "ad-Hocness" of the Contraction Hypothesis», *British Journal of the Philosophy of Science, 10,* p. 50.

Popper, K. R. [1960*a*]: «On the Sources of Knowledge and Ignorance», *Proceedings of the British Academy, 46,* pp. 39-71. Reimpreso en Popper [1963*a*]

Popper, K. R. [1960*b*]: «Philosophy and Physics», publicado en *Atti del XII Congreso Internazionale di Filosofia,* vol. 2, pp. 363-74.

Popper, K. R. [1962]: «Facts, Standards, and Truth: A further Criticism of Relativism», *Addendum* de la 4.ª edición de Popper [1945].

Popper, K. R. [1963*a*]: *Conjectures and Refutations.* Londres: Routledge and Kegan Paul.

Popper, K. R. [1936*b*]: «Science: Problems, Aims, Responsabilities», *Federation Proceedings, 22,* pp. 961-72.

Popper, K. R. [1967]: «Quantum Mechanics without "the Observer"», en M. Bunge (*ed.*): *Quantum Theory and Reality.* Berlín: Springer.

Popper, K. R. [1968*a*]: «Epistemology without a Knowing Subject», en B. Rootselaar y J. Straal (*eds.*): *Proceedings of the Third International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Sience,* pp. 333-73. Amsterdam: North Holland. Reimpreso como Popper [1972], capítulo 3.

Popper, K. R. [1968*b*]: «On the Theory of the Objective Mind», en *Proceedings of the XIV International Congress of Philosophy, 1,* pp. 25-53. Reimpreso como Popper [1972], capítulo 4.

Popper, K. R. [1968*c*]; «Remarks on the Problems of Demarcation and Rationality», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1968], pp. 88-102.

Popper, K. R. [1969*a*]: «A Realist View of Logic, Physics and History», en W. Yourgrau y A. D. Breck (*eds.*): *Physics, Logic and History.* Nueva York y Londres: Plenum Press.

Popper, K. R. [1969*b*]: *Logik der Forschung.* 3.ª edición.

Popper, K. R. [1970]: «Normal Science and its Dangers», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1970], pp. 51-8.

Popper, K. R. [1971]: «Conjectural Knowledge: My Solution of the Problem of Induction», *Revue Internationale de Philosophie, 95-96,* pp. 167-97. Reimpreso como Popper [1972], capítulo 1.

Popper, K. R. [1972]: *Objective Knowledge.* Oxford: Clarendon Press.

Popper, K. R. [1974]: «Replies to my Critics», en P. A. Schilpp (*ed.*): *The Philosophy of Karl Popper,* pp. 961-1197. La Salle: Open Court.

Power, E. A. [1964]: *Introductory Quantum Electrodynamics.* London: Longmans.

Price, D. J. de S. [1959]: «Contra-Copernicus: a Critical Re-estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus, and Kepler», en M. Clagett (*ed.*): *Critical Problems in the History of Science,* pp. 197-218. University of Wisconsin Press.

Prokhovnik, S. J. [1967]: *The Logic of Special Relativity.* Cambridge University Press.

Prout, W. [1815]: «On the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms», *Annals of Philosophy, 6,* pp. 321-30. Reimpreso en *Prout's Hypothesis,* Alembic Club Reprints, *20,* 1932.

Quine, W. V. O. [1953]: *From a Logical Point of View.* Harvard University Press.

Rabi, I. I. [1956]: «Atomic Structure», en G. M. Murphy y M. H. Shamos (*eds.*): *Recent Advances in Sience, Physics and Applied Mathematics,* pp. 27-46. Science editions, Nueva York: Wiley.

Ravezt, J. [1966*a*]: *Astronomy and Cosmology in the Achievement of Nicolaus Copernicus.* Varsovia: Academia Polaca de Ciencias.

Ravetz, J. [1966*b*]: «The Origins of the Copernican Revolutions», *Scientific American, 215,* pp. 88-98.

Reichenbach, H. [1951]: *The Rise of Scientific Philosophy.* Los Angeles: University of California Press.

Rufus, W. C. [1931]: «Kepler as an Astronomer», en *Johan Kepler, 1571-1639, A Tercentenary Commemoration of His Life and Work,* pp. 1-38. Baltimore: The Williams and Wilkins Company.

Runge, C. [1925]: «Äther und Relativitätstheorie», *Die Naturwissenschaften, 13,* p. 440.

Russell, B. A. W. [1914]: *The Philosophy of Bergson.* Cambridge: Bowes and Bowes.

Russell, B. A. W. [1919]: *Introduction to Mathematical Philosophy.* Londres: George Allen and Unwin.

Russell, B. A. W. [1943]: «Reply to Critics», en P. A. Schilpp (*ed.*): *The Philosophy of Bertrand Russell,* pp. 681-741. La Salle: Open Court.

Russell, B. A. W. [1946]: *History of Western Philosophy.* Londres: George Allen and Unwin.

Rutherford, E.; Chadwick, J., y Ellis, C. D. [1930]: *Radiations from Radioactive Substances.* Cambridge University Press.

Santillana, G. de [1953]: «Historical Introduction», a Galileo [1632].

Scheffler, I. [1967]: *Science and Subjectivity.* Nueva York: Bowes-Merrill.

Schlick, M. [1934]: «Über das Fundament der Erkenntnis», *Erkenntnis, 4,* pp. 79-99. Publicado en inglés en A. J. Ayer (*ed.*): *Logical Positivism,* pp. 209-27. Nueva York: The Free Press, 1959.

Schrödinger, E. [1958]: «Might perhaps Energy be merely a Statistical Concept?», *Il Nuovo Cimento, 9,* pp. 162-70.

Shankland, R. S. [1936]: «An Apparent Failure of the Photon Theory of Scattering», *Physical Review, 49,* pp. 8-13.

Shankland, R. S. [1964]: «Michelson-Morley Experiment», *American Journal of Physics, 32,* pp. 16-35.

Shapere, D. [1964]: «The Structure of Scientific Revolutions», *Philosophical Review, 63,* pp. 383-4.

Shapere, D. [1967]: «Meaning and Scientific Change», en R. G. Colodny (*ed.*): *Mind and Cosmos,* pp. 41-85. University of Pittsburgh Press.

Smith, A. [1773]: «The Principles which Lead and Direct Philosophical Inquiries Illustrated by the History of Astronomy», en D. Stewart (*ed.*): *Adam Smith: Essays on Philosophical Subjects*, 1799.

Soddy, F. [1932]: *The Interpretation of the Atom.* Londres: Murray.

Sommerfeld, A. [1916]: «Zur Quantentheorie der Spektrallinien», *Annalen der Physik, 51,* pp. 1-94 y 125-67.

Stebbing, L. S. [1914]: *Pragmatism and French Voluntarism.* Girton College Studies, *6.*

Stegmüller, W. [1966]: «Explanation, Prediction, Scientific Systematization and Non-Explanatory Information», *Ratio, 8,* pp. 1-24.

Stokes, G. G. [1845]: «On the Aberration of Light», *Philosophibcal Magazine,* Tercera Serie, *27,* pp. 9-15.

Stokes, G. G. [1846]: «On Fresnel's Theory of the Aberration of Light», *Philosophical Magazine.* Tercera Serie, *28,* pp. 76-81.

Symon, K. R. [1963]: *Mechanics.* Segunda edición. Reading; Massachusetts: Addison-Wesley.

Synge, J. [1952-4]: «Effects of Acceleration in the Michelson-Morley Experiment», *The Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society.* Nueva Serie, *26,* pp. 45-54.

Ter Haar, D. [1967]: *The Old Quantum Theory.* Oxford: Pergamon.

Thomson, J. J. [1929]: «On the Waves associated with β-rays, and the Relation between Free Electrons and their Waves», *Philosophical Magazine.* Séptima Serie, *7,* pp. 405-17.

Tichy, P. [1974]: «On Popper's Definitions of Verisimilitude», *British Journal for the Philosophy of Science, 25,* pp. 155-60.

Toulmin, S. [1967]: «The Evolutionary Development of Natural Science», *American Scientist, 55,* pp. 456-71.

Toulmin, S. [1972]: *Human Understanding.* Oxford: Clarendon Press.

Treiman, S. B. [1959]: «The Weak Interactions», *Scientific American, 200,* marzo, pp. 72-84.

Truesdell, C. [1960]: «The Program toward Rediscovering the Rational Mechanics in the Age of Reason», *Archive of the History of Exact Sciences, 1,* pp. 3-36.

Turnbull, H. W. (*ed.*) [1960]: *The Correspondence of Isaac Newton.* Cambridge University Press.

Uhlenbeck, G. R., y Goudsmit, S. [1925]: «Ersetzung der Hypothese vom unmechanischen Zwang durch eine Forderung bezüglich des inneren Verhaltens jedes einzelnen Electrons», *Die Naturwissenschaften, 13,* pp. 953-4.

Urbach, P. [1974]: «Progress and Degeneration in the "IQ Debate"», *The British Journal for the Philosophy of Science, 25,* pp. 99-135 y 235-59.

Voltaire, F. M. A. [1738]: *The Elements of Sir Isaac Newton's Philosophy.* Traducido por J. Hanna. Londres: Frank Cass and Company, 1967.

Van der Waerden, B. L. [1967]: *Sources of Quantum Mechanics.* Amsterdam: North Holland.

Watkins, J. W. N. [1952]: «Political Tradition and Political Theory: en Examination of Professor Oakeshott's Political Philosophy», *Philosophical Quarterly, 2,* pp. 323-37.

Watkins, J. W. N. [1957]: «Between Analytic and Empirical», *Philosophy, 32,* pp. 112-31.

Watkins, J. W. N. [1958]: «Influential and Confirmable Metaphysics», *Mind, 67,* pp. 344-65.

Watkins, J. W. N. [1960]: «When are Statements Empirical?», *British Journal for the Philosophy of Science, 10,* pp. 287-82.

Watkins, J. W. N. [1963]: «Negative Utilitarianism», *Aristotelian Society Supplementary Volume, 37,* pp. 95-114.

Watkins, J. W. N. [1964]: «Confirmation, the Paradoxes and Positivism», en M. Bunge (*ed.*): [1964], pp. 92-115.

Watkins, J. W. N. [1967]: «Decision and Belief», en R. Hughes (*ed.*): *Decision Making.* Londres: British Broadcasting Corporation.

Watkins, J. W. N. [1968]: «Hume, Carnap and Popper», en I. Lakatos (*ed.*): [1968], pp. 271-82.

Watkins, J. W. N. [1970]: «Against Normal Science», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1970]: pp. 25-37.

Watkins, J. W. N. [1971]: «CCR: A Refutation», *Philosophy, 47,* pp. 56-61.

Westman, R. S. [1972]: «Kepler's Theory of Hypothesis and the "Realist Dilemma"», *Studies in History and Philosophy of Science, 3,* pp. 233-64.

Whewell, W. [1837]: *History of the Inductive Sciences, from the Earliest to the Present Time.* Tres volúmenes (Frank Cass, 1967).

Whewell, W. [1840]: *Philosophy of the Inductive Sciences,* «Founded upon their History». Dos volúmenes. Londres. Frank Cass, 1967.

Whewell, W. [1851]: «On the Transformation of Hypotheses in the History of Science», *Cambridge Philosophical Transactions, 9,* pp. 139-47. Reimpreso en R. E. Butts (*ed.*): *William Whewell's Theory of Scientific Method.* University of Pittsburgh Press, 1968.

Whewell, W. [1858]: *Novum Organon Renovatum.* «Being the second part of the Philosophy of the Inductive Sciences». Tercera edición.

Whewell, W. [1860]: *On the Philosophy of Discovery, Chapters Historical and Critical.* «Being the third part of the Philosophy of the Inductive Sciences». Tercera edición.

Whittaker, E. T. [1947]: *From Euclid to Eddington*. Cambridge University Press.
Whittaker, E. T. [1953]: *History of the Theories of Aether and Electricity*, vol. 2. Londres: Longmans.
Wisdom, J. O. [1963]: «The Refutability of "Irrefutable" Laws», *The British Journal for the Philosophy of Science, 13*, pp. 303-6.
Worrall, J. [1976*a*]: «Thomas Young and the "Refutation" of Newtonian Optics», en C. Howson (*ed.*): *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, pp. 102-79. Cambridge University Press.
Worrall, J. [1976*b*]: «The Nineteenth Century Revolution in Optics: a Case Study in the Interaction between Philosophy of Science and History of Science», Universidad de Londres. Tesis Doctoral no publicada.
Wu, C. S. [1966]: «Beta Decay», en *Rediconti della Scuola Internacionale di Fisico «Enrico Fermi»*, XXXII Corso.
Wu, C. S., y Moskowski, S. A. [1966]: *Beta Decay*. Nueva York: Interscience.
Zahar, E. [1973]: «Why did Einstein's Research Programme Supersede Lorentz's?», *The British Journal for the Philosophy of Science, 24*, pp. 95-123, y 223-63. Reimpreso en C. Howson (*ed.*): *Method and Appraisal in the Physical Sciences*. Cambridge University Press, 1976.

BIBLIOGRAFIA DE LAKATOS

[1946*a*]: «Citoyen és Munkásosztály», *Valóság, 1*, pp. 77-88.
[1946*b*]: «A Fizikai Idealizmus Bírálata», *Athenaeum, 1*, pp. 28-33.
[1947*a*]: «Huszadik Szársad: Társadalomtudományi és politikai szemle», *Forum, 1*, pp. 316-20.
[1947*b*]: «Eötvos Collegium-Györffy Kollégium», *Valóság, 2*, pp. 107-24.
[1947*c*]: Review of K. Jeges: «Megtanuloma Fizikat», *Társadalmi Szemle, 1*, p. 472.
[1947*d*]: Review of J. Hersy: «Hirosima», *Társadalmi Szemle, 1*.
[1947*e*]: «Vigilia, Szerkeszti Juhász Vilmos és Sik Sandor», *Forum, 1*, pp. 733-6.
[1961]: «Essays in the Logic of Mathematical Discovery». Tesis Doctoral no publicada. Cambridge.
[1962]: «Infinite Regress and Foundations of Mathematics», *Aristotelian Society Supplementary Volume, 36*, pp. 155-94. Reimpreso como capítulo 1 del volumen 2.
[1963]: Discusión de History of Science as an Academic Discipline», por A. C. Crombie y M. A. Hoskin, en A. C. Crombie (*ed.*): *Scientific Change*, pp. 781-5. Londres: Heinemann. Reimpreso como capítulo 13 del volumen 2.
[1963-4]: «Proofs and Refutations», *British Journal for the Philosophy of Science,* 14, pp. 1-25, 120-39, 221-43, 296, 342. Reimpreso de forma revisada como parte de Lakatos [1976*c*].
[1967*a*]: *Problems in the Philosophy of Mathematics*. Editado por Lakatos. Amsterdam: North Holland.

[1] Las referencias al volumen 2 corresponden a Lakatos [1977*b*]. Hemos incluido todos los textos en húngaro de Lakatos que hemos podido localizar.

[1967*b*]: «A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics?», en I. Lakatos (*ed.*): [1967*a*], pp. 199-202. Reimpreso de forma muy ampliada como Lakatos [1976*b*].
[1967*c*]: *Dokatatelstva i Oprovershenia.* Traducción rusa de [1963-4] de I. N. Veselovski. Moscú. Ediciones de la Academia Soviética de Ciencias.
[1968*a*]: *The Problem of Inductive Logic.* Editado por Lakatos. Amsterdam: North Holland.
[1968*b*]: «Changes in the Problem of Inductive Logic», en I. Lakatos (*ed.*): [1968*a*], pp. 315-417. Reimpreso como cap. 8, vol. 2.
[1968*c*]: «Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes», *Proceedings of the Aristoteliam Society, 69,* pp. 149-86.
[1968*d*]: «A Letter to the Director of the London School of Economics», en C. B. Cox y A. E. Dyson (*eds.*): *Fight for Education, A Black Paper,* pp. 28-31. Londres: Critical Quarterly Society. Reimpreso como cap. 12, vol. 2.
[1969]: «Sophisticated versus Naive Methodological Falsificationism», *Architectural Design, 9,* pp. 482-3. Reimpreso de una parte de [1968*c*].
[1970*a*]: «Falsifications and the Methodology of Scientific Research Programmes», en Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): [1970], pp. 91-196. Reimpreso como cap. 1 de este volumen.
[1970*b*]: Discusión sobre Knowledge and Physical Reality», por A. Mercier, en A. D. Breck y W. Yourgrau (*eds.*): *Physics, Logic and History,* pp. 53-4. Nueva York: Plenum Press.
[1970*c*]: Discusión sobre «Scepticism and the Study of History», por R. H. Popkin, en A. D. Breck y W. Yourgrau (*eds.*): *Physics, Logic and History,* pp. 220-3. Nueva York: Plenum Press.
[1971*a*]: «Popper zum Abgrenzungs- und Inductionsproblem», en H. Lenk (*ed.*): *Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie,* pp. 75-110. Braunschweig: Vieweg. Traducción alemana de [1974*c*] por H. F. Fischer. Reimpreso como cap. 3 de este volumen.
[1971*b*]: History of Science and its Rational Reconstructions», en R. C. Buck y R. S. Cohen (*eds.*): *P.S.A.,* 1970 *Boston Studies in the Philosophy of Science, 8,* pp. 91-135. Dordrecht: Reidel. Reimpreso como cap. 2 de este volumen.
[1971*c*]: «Replies to Critics», en R. C. Buck y R. S. Cohen (*eds.*): *P.S.A.,* 1970, *Boston Studies in the Philosophy of Science, 8,* pp. 174-82. Dordrecht: Reidel.
[1974*a*]: «History of Science and its Rational Reconstructions», en Y. Elkana (*ed.*): *The Interaction Between Science and Philosophy,* pp. 195-241. Atlantic Highlands, New Jersey: Humanities Press. Reimpresión de [1971*b*].
[1974*b*]: Observaciones críticas sobre los artículos de Ne'eman, Yahil, Beckler, Sambursky, Elkana, Agassi, Mendelsohn, en Y. Elkana (*ed.*): *The Interaction Between Science and Philosophy,* pp. 41, 155-6, 159-60, 163, 165, 167, 280-83, 285-86, 288-89, 292, 294-96, 427-28, 430-31, 435. Atlantic Highlands. Nueva Jersey: Humanities Press.
[1974*c*]: «Popper on Demarcation and Induction», en P. A. Schilpp (*ed.*): *The Philosophy of Karl Popper,* pp. 241-73. La Salle: Open Court. Reimpreso como cap. 3 de este volumen.

[1974*d*]: «The Role of Crucial Experiments in Science», *Studies in the History and Philosophy of Science, 4,* pp. 309-25.

[1974*e*]: «Falsifikation und die Methodologie Wissenschaftlicher Forschungsprogramme», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): *Kritisismus und Erkenntnisfortschrift.* Traducción alemana de [1970*a*] por A. Szabó.

[1974*f*]: «Die Geschichte der Wissenschaft und Ihre Rationalen Reconstruktionen», en I. Lakatos y A. Musgrave (*eds.*): *Kritisismus und Erkenntnisfortschrift.* Traducción alemana de [1971*b*] por P. K. Feyerabend.

[1974*g*]: *Wetenschapsfilosofie en Wetenschapsgeschiedenis.* Bonn: Mepple. Traducción alemana de [1970*a*] de Kavel van der Lenn.

[1974*h*]: «Science and Pseudoscience», en G. Vesey (*ed.*): *Philosophy in the Open.* Open University Press. Reimpreso como introducción de este volumen.

[1976*a*]: «Understanding Toulmin», *Minerva, 14,* pp. 126-43. Reimpreso como capítulo 11 del vol. 2.

[1976*b*]: «A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics?», *British Journal for the Philosophy of Science, 27,* pp. 201-23. Reimpreso como cap. 2 del volumen 2.

[1976*c*]: *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery.* Editado por J. Worrall y E. G. Zahar. Cambridge University Press.

[1977*a*]: *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers,* volumen 1. Editado por J. Worrall y G. P. Currie. Cambridge University Press.

[1977*b*]: *Mathematics, Science and Epistemology: Philosophical Papers,* volumen 2. Editado por J. Worrall y G. P. Currie. Cambridge University Press.

Con otros autores

[1968]: *Problems in the Philosophy of Science.* Editado por I. Lakatos y A. Musgrave. Amsterdam: North Holland.

[1970]: *Criticism and the Growth of Knowledge.* Editado por I. Lakatos y A. Musgrave. Cambridge University Press.

[1976]: «Why Did Copernicus's Programme Supersede Ptolemy's?», por I. Lakatos y E. G. Zahar, en R. Westman (*ed.*): *The Copernican Achievement,* pp. 354-83. Los Angeles: University of California Press. Reimpreso como capítulo 5 de este volumen.

INDICE DE NOMBRES

INDICE DE MATERIAS

TRAS el fallecimiento de IMRE LAKATOS (1922-1974), sus amigos y discípulos decidieron compilar los escritos, publicados en revistas o inéditos, de esta eminente figura de la filosofía de la ciencia contemporánea. Editados ya «Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático» (AU 206) y «Matemáticas, ciencia y epistemología» (AU 294), LA METODOLOGIA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION incluye una conferencia radiofónica sobre ciencia y pseudociencia y cinco importantes trabajos monográficos: «La falsación y la metodología de los programas de investigación científica»; «La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales»; «Popper y los problemas de demarcación e inducción»; «¿Por qué superó el programa de investigación de Copérnico al de Tolomeo?»; «El efecto de Newton sobre las reglas de la ciencia». Otras obras en Alianza Editorial: «Introducción a la filosofía de la ciencia» (AUT 30), de Marx W. Wartofsky; «Progreso y racionalidad en la ciencia» (AUT 46), de G. Radnitzky, G. Andersson y P. Feyerabend; «Constelaciones y conjeturas» (AU 203) y «Patrones de descubrimiento. Observación y explicación» (AU 177), de Norwood Russell Hanson; «Introducción histórica a la filosofía de la ciencia» (AU 165), de John Losee; «Exploraciones metacientíficas» (AU ...), de C. Ulises Moulines; «Filosofía de la ciencia natural» (AU 47), de Carl G. Hempel; «La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica, 1894-1912» (AU 262), de Thomas S. Kuhn; «La comprensión humana» (AU 191), de Stephen Toulmin.

Alianza Editorial



Cubierta: Daniel Gil